This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Mit vollkommener Hochachtung
der Verfasser.
22/2. 190

Erdbebenherde und Herdlinien

in

Südwestdeutschland.

Ermittelt und erläutert

von

C. Regelmann
(Stuttgart).

III
III. 6.

(Sonderabdruck aus „Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg", Jahrgang 1907.)

Stuttgart.
1907.

551.243 (43)

BRANNER GEOLOGICAL LIBRARY

THE GIFT OF

JOHN CASPER BRANNER

551.2243
R333

Erdbebenherde und Herdlinien

in

Südwestdeutschland.

Ermittelt und erläutert

von

C. Regelmann
(Stuttgart).

(Sonderabdruck aus „Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg", Jahrgang 1907.)

STANFORD LIBRARY

Stuttgart.
1907.

314147

Erdbebenherde und Herdlinien in Südwestdeutschland.

Von C. Regelmann (Stuttgart).

„Unser Ideal, die Abhängigkeit der Erdbeben von dem geognostischen Bau der erschütterten Regionen des festen Bodens zu erforschen, ist nicht auf einmal erreichbar; wir müssen Schritt für Schritt jene wissenschaftliche Höhe erklimmen." A. Knop, 1881.

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Einleitung 110
II. Die Quellen der südwestdeutschen Erdbebenforschung 112
III. Die Erdbebenherde des Hunsrück, der Glan- und Nahemulde und des Saarbrücker Steinkohlengebirges 118
IV. Die Erdbebenherde der Pfälzer Mulde, des Westrichs, der Hardt und des Lothringer Stufenlandes 120
V. Die Erdbebenherde und Herdlinien der Vogesen 123
VI. Die Erdbebenherde im und am Rheintalgraben 127
VII. Die Erdbebenherde des Schwarzwaldes und des Odenwaldes 136
VIII. Die Erdbebenherde des Schwäbischen Triasbeckens, der Fränkischen Platte und der Kraichgauer Senke 145
IX. Die Erdbebenherde in der Schwäbischen Alb, im Hegau, im Ries und im Fränkischen Jura 152
X. Die Erdbebenherde im Schweizerischen und im Französischen Jurazug 158
XI. Die Erdbebenherde im Oberschwäbisch-Schweizerischen Molassebecken, im Bodensee und in den Voralpen 161
XII. Schlußbetrachtung 172

I. Einleitung.

Nachdem Otto Volger im Jahre 1858 zum erstenmal auf den innigen Zusammenhang der Erdbeben mit geotektonischen Verhältnissen hingewiesen hat, ist diese Erkenntnis durch die Arbeiten von A. Heim, R. Hörnes, E. Suess, F. de Montessus de Ballore u. a. zur Grundlage der neueren Erdbebenforschung geworden. Erdbeben und Gebirgsbildung gehören zusammen; die ersteren sind nur eine Begleiterscheinung der letzteren. Weitaus die meisten Beben sind „tektonische Beben"; d. h. sie hängen mit der Gebirgs-

bildung aufs engste zusammen, sind von gewaltigster Wirkung und haben riesige Schüttergebiete. Die übrigen Erderschütterungen sind teils „vulkanische Beben", teils „Einsturzbeben"; diese haben aber alle nur lokale Bedeutung. Man darf also mit voller Bestimmtheit den Satz aufstellen: Werden größere Partien der Erdkruste ruckweise bewegt, so spürt man dies als Erdbeben.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß es Orte in der Erdkruste gibt, von denen Bodenbewegungen gleichsam gewohnheitsmäßig ihren Ursprung nehmen; man nennt sie „**Erdbebenherde**". Diese „Erregungsstellen" liegen nach Berechnungen von A. Schmidt in verschiedenen Tiefen, von wenigen bis über 100 km unter der Erdoberfläche, wohl stets in der starren Erdkruste. Sie verraten ihre Lage, weil auf der Erdoberfläche die zuerst und stärkst erschütterten **Orte** — innerhalb des Schüttergebiets eines bestimmten Bebens — senkrecht über ihnen sich befinden. Die Karten können naturgemäß nie den unterirdischen Erdbebenherd zeichnen — das Zentrum — sondern nur die Projektion desselben, das sog. „Epizentrum" (Oberflächenzentrum) durch „Sterne" andeuten.

Bei der Bearbeitung mehrerer großen Beben hat sich ferner gezeigt, daß immer eine Reihe guter Zeitangaben weggeworfen werden muß, wenn man als Erreger einen Punkt annimmt; sie sind sämtlich zu früh. Die Form der Isoseismen (d. h. der Linien, welche die gleichzeitig erschütterten Orte verbinden) deutet auch gewöhnlich nicht auf einen Punkt als Ausgang, sondern auf eine **Linie**. Für das Erdbeben von Charleston am 31. August 1886 fanden sich z. B. unter 260 Zeitangaben, 47 „zu frühe" Angaben. Diese Schwierigkeiten heben sich, wenn man „**Herdlinien**" der Bearbeitung zugrunde legt. Um ihre wissenschaftliche Begründung hat sich insbesondere der dänische Oberstleutnant E. Harboe bemüht. (Gerland, Beitr. z. Geophysik. Bd. V, S. 206). Der Bruch der starren Erdkruste erfolgt längs der Bruchspalte ziemlich gleichzeitig. Man kann sich daher A. Sieberg anschließen, der in seinem trefflichen „Handbuch der Erdbebenkunde", Braunschweig 1904, S. 52 sagt: „Man wird wohl im allgemeinen nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß die „habituellen Stoßlinien" **Bruchspalten** der Erdkruste entsprechen, längs denen ausgedehnte Schollenzerstückelungen und Schollenverschiebungen stattfanden oder auch gegenwärtig noch stattfinden." — Auf der Karte bezeichnen wir die Projektion dieser „**Herdlinien**" durch „Sternreihen", welche durch zarte gerissene Linien verbunden werden.

Die Erdbebenkunde als Wissenschaft ist noch jung, kaum 30 Jahre alt. Doch haben die Erdbebenkommissionen Südwestdeutschlands in dieser Zeit ein sehr umfangreiches Material gesammelt. Es erschien daher lohnend, in Verbindung mit der Bearbeitung der gesamten **Tektonik** Südwestdeutschlands — in meiner „Geologischen Übersichtskarte von Württemberg und Baden, dem Elsaß, der Pfalz und den weiterhin angrenzenden Gebieten." — Stuttgart 1907 — auch die wichtigsten Ergebnisse der Erdbebenforschung graphisch darzustellen. Die neueste (7.) Auflage der genannten Karte enthält das Endergebnis dieser Studien. Der nachstehende Text soll nun die wissenschaftliche Begründung dieser Darstellung nachholen. Dabei bleibt sich der Verfasser klar bewußt, daß beides nur erste Schritte sind auf dem Wege zur Erkenntnis des Schaffens der gebirgsbildenden Kräfte, die auch in unseren Tagen den heimischen Schichtenbau sachte umgestalten.

II. Die Quellen der südwestdeutschen Erdbebenforschung.

Zunächst haben wir die Aufgabe das Material aufzuzeigen, das in den Originalberichten der Erdbebenkommissionen steckt, damit dann beim einzelnen Erdbebenherd kurz auf diese Quellen verwiesen werden kann. Die weitschichtige Literatur der älteren Zeit hat R. Langenbeck in einer gediegenen Abhandlung für einen größeren Teil unseres Gebietes zusammengefaßt: „Die Erdbebenerscheinungen in der oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung", Stuttgart 1892. (Gerland, Geographische Abhandlungen aus Elsaß-Lothringen. Bd. I, S. 1—120.) Durch das Zusammenwirken der Geologen und der geologischen Landesanstalten Südwestdeutschlands erfuhr die Tektonik dieses Gebietes im Jahre 1898 eine wesentliche Aufklärung durch das vierblätterige Kartenwerk: C. Regelmann, Tektonische Karte (Schollenkarte oder Erdbebengrundkarte) Südwestdeutschlands. 4 Blätter in 1 : 500000. Herausgegeben vom Oberrheinischen geologischen Verein. Gotha 1898. — Hier fanden insonderheit die Bruchlinien der Erdkruste erstmals eine übersichtliche einheitliche Darstellung. — Weiter ist — als eine epochemachende Erscheinung — ein gediegenes französisches Werk zu nennen, das mir bei der vorliegenden Arbeit treffliche Dienste geleistet hat: F. de Montessus de Ballore: Les tremblements de terre. Géographie séismologique. 475 p. et 89 cartes et figures et 3 cartes hors texte. Paris 1906. Der Verfasser geht auch auf

die deutsche Literatur sehr sorgfältig ein und gibt auf S. 79 die „Dislocations rhénanes" nach der obengenannten Schollenkarte.

Bahnbrechend für eine neue Erdbebenkunde waren die Forschungen der **Schweiz**; wo besonders A. Heim die Anschauung vertrat, daß die meisten Erdbeben auf fortdauernde Gleichgewichtsstörungen in der Erdrinde zurückzuführen seien. Forel, Forster, Hagenbach und Heim regten im Jahre 1878 die Bildung einer Erdbebenkommission an; der ältesten in unserem Gebiet. Man stellte sich drei Hauptaufgaben: Sammlung historischer Daten, Untersuchung rezenter Berichte, Errichtung von mit Instrumenten versehenen Erdbebenstationen. Instruktionen und Fragebogen vermittelten den Kontakt zwischen den Naturforschern und dem Publikum. — J. Früh hat der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft an der Jahresversammlung in Luzern 1905 eingehenden Bericht erstattet über die Ergebnisse der 25jährigen Erdbebenbeobachtung in der Schweiz. Es kamen in der Zeit von 1880—1904 mindestens 5800 Berichte ein, welche zu Monographien und Jahresberichten verarbeitet wurden. Diese erschienen teils in den „Jahrbüchern des tellurischen Observatoriums in Bern" (1880—1887); wir werden diese kurz zitieren: Tellur. Observ. Bern; teils in den „Annalen der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt in Zürich" (seit 1888); kurz: Annal. met. Zentr. Zürich. Die Mitteilungen der „Annalen" beginnen mit dem Jahrgang 1891; wo Dr. J. Früh über die Erdbeben in der Schweiz in den Jahren 1888—91 berichtet, auf S. V, 3 u. 4 die ganze einschlägige Literatur aufzählt, und eine Übersicht der Erdbeben von 1880—91 gibt. — Es kamen in den 25 Jahren 1880—1904 822 zeitlich getrennte Erschütterungen zur Anzeige, welche 195 Erdbeben angehören, wovon 17 externe, also jährlich **6—7 schweizerische Erdbeben.** Dabei sind die Schüttergebiete oft klein, aber gut begrenzt; etwa 40% derselben umfassen weniger als 100 qkm. Als Ursache wurde deutlich genug erkannt das Vorherrschen von Dislokationsbeben im Zusammenhang mit der Gebirgsbildung. Die schon von O. Volger erkannten habituellen Stoßgebiete wurden bestätigt und folgende drei besonders häufig erschütterte Gebiete neu festgestellt:

a) Vom Veltlin durch Bünden ins St. Gallische Rheintal.
b) Unter Wallis—Genfersee; im Winkel zwischen Alpen und Jura.
c) Gebiet um die drei Juraseen; speziell Granson—St. Blaise (Westufer des Neuenburger Sees).

Am 22. Mai 1901 ist in **Basel** eine alte Herdlinie wieder in Tätigkeit gewesen; denn das Gebiet Missionsstraße—Wettsteinbrücke lieferte gelegentlich eines Oberelsässer Erdbebens allein 60 Berichte. — Weiteres Material über die Organisation der Erdbebenbeobachtungen in der Schweiz hat A. Riggenbach-Burckhardt in einem Bericht gegeben, der in „Gerland, Beiträge zur Geophysik". Ergänzungsband I, 1903, S. 164 f. abgedruckt ist.

Von ganz besonderem Nutzen erwiesen sich für unsere Arbeit die wissenschaftlichen Berichte, welche die **Badische** Erdbebenkommission veröffentlicht hat. Diese Kommission des naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe trat im Februar 1880 zusammen. W. Jordan, A. Knop, L. Sohncke und G. Wagner waren Mitglieder, denen später M. Honsell, K. Futterer und M. Haid folgten. Die Erdbebenberichte sind niedergelegt in den „Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe in den Bänden V—XIX"; wir zitieren sie kurz: Verh. Karlsruhe. Diese Berichte sind mit Übersichtskarten trefflich ausgestattet und zeichnen sich durch eingehende geologische Betrachtungen der Schüttergebiete aus. Die badische Kommission hat die Stärke der Erschütterungen nach der von Forel aufgestellten und von Futterer modifizierten Einteilung in 4 Intensitätsgraden registriert.

Grad 1: Sehr schwache Erschütterung: von den wachenden Menschen unter besonders günstigen Verhältnissen bemerkbar.

Grad 2: Schwache Erschütterung: bemerkbar für den wachenden Menschen, auch während der Tätigkeit; fähig den schlafenden Menschen zu wecken; Schwanken von aufgehängten Gegenständen oder von Flüssigkeiten.

Grad 3: Mittelstarke Erschütterung: Verschieben von beweglichen Gegenständen, Möbeln usw.

Grad 4: Recht starke Erschütterung: Beschädigungen an Häusern, Umstürzen von Kaminen usw.

Der leider so früh verstorbene Geologe K. Futterer hat über die Erdbebenforschung in Baden einen mustergültigen Bericht an die internationale Versammlung in Straßburg erstattet, welcher im I. Ergänzungsband von Gerland, Beiträge zur Geophysik, 1903, S. 153 f. zu finden ist. „Man kennt jetzt in Baden genau die einzelnen lokalen Schüttergebiete, die wahrscheinlichen Erregungsorte, und vielfach hat sich gezeigt, daß stärkere oder schwächere Erschütterungen von denselben Zentren ausgehen und bald weitere, bald kleinere Gebiete berühren." Wir werden des öfteren auf diese wich-

tige Abhandlung zurückgreifen und dieselbe kurz als „Futterer a. a. O." bezeichnen. — Die neuesten Fortschritte in Baden sind geschildert in: M. Haid, Die seismischen Stationen Durlach und Freiburg i. Br. — Denkschrift zum 25jährigen Bestehen der Erdbebenkommission des Naturw. Vereins in Karlsruhe i. B. N. F. 2, 24 S. Karlsruhe 1906.

Die vom Verein für vaterländische Naturkunde in **Württemberg** eingesetzte Erdbebenkommission trat am 14. Oktober 1886 erstmals zusammen. Sie bestand aus den Mitgliedern: H. v. Eck, A. Schmidt, E. Hammer, C. Regelmann, O. Fraas, Fr. Nies, K. Baur und J. H. Kloos, und hat ebenfalls wertvolles Material zusammengebracht. Näheres über die ersten Schritte findet sich in diesen Jahresheften. 43. Jahrg. 1887, S. 356 f. — Sämtliche Berichte der Württembergischen Erdbebenkommission sind niedergelegt in diesen Jahresheften. H. v. Eck, der sich am meisten um die Sache bemüht hat, gab im 43. Jahrgang 1887, S. 367 f. eine „Übersicht über die in Württemberg und Hohenzollern in der Zeit vom 1. Januar 1867 bis zum 28. Februar 1887 wahrgenommenen Erderschütterungen". Für die genannten zwei Jahrzehnte liegen Nachrichten über 56 Beben vor; die Zahl der in Württemberg stattfindenden Erschütterungen ist also keineswegs unbedeutend. Neuerdings werden auch die kleineren Stöße durch empfindliche Horizontalpendel genau beobachtet in den **„Erdbebenwarten"** Hohenheim und Biberach. Seit dem Jahre 1887 bringen unsere Jahreshefte fast alljährlich Erdbebenberichte, welche zuerst H. v. Eck, seit 1892 aber August Schmidt verfaßt hat. Wir geben diese Quelle kurz an durch: Württ. nat. Jahresh.

In **Hessen** haben die Erdbebenschwärme von Großgerau das Interesse an der Erdbebenforschung geweckt und zur Sammlung von Beobachtungen den Anstoß gegeben. F. Dieffenbach gab in der Schrift: Plutonismus und Vulkanismus in der Periode 1868—1872 und ihre Beziehungen zu den Erdbeben im Rheingebiet — wichtiges Material. R. Lepsius hat der Aufgabe sodann volles Interesse zugewendet und im Jahre 1880 der Deutschen geologischen Gesellschaft — in Verbindung mit einer trefflichen Schilderung des hessischen Gebirgsbaues — eingehenden Bericht gegeben. (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 36, S. 29 u. 38, S. 674.)

Für das **Rheinische Schiefergebirge**, das mit dem Hoch- und Idarwald noch in unser Gebiet hereingreift, verdanken wir den Geologen J. Nöggerath (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 5, S. 479; Bd. 9, S. 167) und A. v. Lasaulx grundlegende Bearbeitungen der Rheinischen Erdbeben, welche z. T. bis zum Jahre 1828 zurück-

reichen. Diese Männer haben uns insbesondere von den Erdbeben der Jahre 1868, 1869, 1870, 1873 und 1877 graphische Darstellungen gegeben und damit eine neue Zeit für die Erdbebenforschung begründet. Der wichtigste Bericht J. NÖGGERATH's findet sich in den: „Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens" Bd. XXVII, S. 1—132; Bonn 1870. Wir verweisen auf diese Arbeit mit: NÖGGERATH a. a. O. Besonders wertvoll sind zwei Abhandlungen von A. v. LASAULX: Das Erdbeben von Herzogenrath am 22. Oktober 1873. Ein Beitrag zur exakten Geologie. Bonn 1874, und das Erdbeben von Herzogenrath am 24. Juni 1877. Eine seismologische Studie. Bonn 1878. — Sehr lehrreich ist auch eine Arbeit von A. SIEBERG: Einiges über Erdbeben in Aachen und Umgebung; Die Erdbebenwarte. II., S. 129 u. 182. Laibach 1903. Wir verdanken diesem Erdbebenforscher überdies wertvolle Mitteilungen aus seinem handschriftlichen Erdbebenkatalog.

Das Reichsland **Elsaß-Lothringen** ist durch die Bemühungen von Prof. G. GERLAND zu einem Mittelpunkt der deutschen und der internationalen Erdbebenforschung geworden. In Straßburg befindet sich im Universitätsgarten die reich mit feinen Instrumenten ausgestattete Erdbebenwarte. In der Schwarzwaldstraße daselbst arbeitet die „Kaiserlich Deutsche Hauptstation für Erdbebenforschung" (Direktor G. GERLAND) und in demselben Hause „Das seismologische Zentralbureau" (Direktor G. GERLAND), welches im Jahre 1903 von der internationalen Erdbebenkonferenz begründet wurde. Dieses Institut sammelt sämtliche Erdbebenberichte der ganzen Erde und veröffentlicht alljährlich einen großen zusammenfassenden Bericht. Näheres vergl. GERLAND, G., Das seismologische Zentralbureau in Straßburg i. E. in PETERMANN's Geogr. Mitteil. 52, 1906, VI, S. 142—143. — Von älteren Arbeiten im Lande selbst kommt in erster Linie in Betracht die schon oben erwähnte Arbeit von R. LANGENBECK: Die Erdbebenerscheinungen in der oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung. Geographische Abhandlungen aus Elsaß-Lothringen, Heft I, Stuttgart 1892 — und eine spätere desselben Verfassers: Bericht über die vom 1. Januar 1890 bis 1. April 1895 in Elsaß-Lothringen, Baden, der Pfalz und der Umgebung von Basel beobachteten Erdbeben; Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothr. Heft II. 1895; beide Kataloge sind wertvolle Bausteine zur Erdbebenkunde Südwestdeutschlands.

Für das Königreich **Bayern** verdanken wir Oberbergrat C. W. v. GÜMBEL eine Zusammenstellung der älteren Erdbeben, nieder-

gelegt in der Arbeit: Das Erdbeben (Einsturzbeben) vom 22. Febr. 1889 in der Umgegend von Neuburg a. D. — Sitzungsber. der k. bayr. Akad. d. Wiss. Bd. XIX, 1889, S. 79 f. — Mit einer Fortsetzung: Über die in den letzten Jahren in Bayern wahrgenommenen Erdbeben. Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse, Bd. XXVIII, 1898, 1. — Weiteres findet sich in J. Reindl, Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern. Sitzungsber. der genannten Akademie, XXXIII, 1, S. 171; 1903, und in J. Reindl: Die Erdbeben der geschichtlichen Zeit im Königreiche Bayern; Die Erdbebenwarte, II, 135, Laibach 1903, sowie von demselben Verfasser in: Bayer. geognostische Jahreshefte, XVI, 1903, S. 1—24 und S. 69—75. Ferner von demselben: Ergänzungen und Nachträge zu v. Gümbel's Erdbebenkatalog. (Sitzungsber. Bayr. Akad. Bd. XXXV. Heft I. 1905.) Endlich in einer sehr schönen Arbeit: J. Reindl, Die Erdbeben Nordbayerns. (Abh. der Naturh. Gesellsch. Nürnberg. Bd. XV. Heft 3.) — Hierauf gestützt, hat S. Günther erstmals die pleistoseisten Gebiete Bayerns als solche unterschieden; in einem Bericht, den er der internationalen Erdbebenkonferenz in Straßburg erstattet hat: Die seismischen Verhältnisse Bayerns, in Gerland, Beitr. z. Geophysik, I. Ergänzungsbd. 1902. S. 138 ff. Gemeinsam mit Reindl hat sodann Günther die Seismizität der Riesmulde behandelt. (Sitzungsber. Bayr. Akad. der Wiss. Bd. XXXIII. 1903. Heft 4.)

Über die Stöße, welche unser Gebiet aus der südöstlichsten Ecke — von den Voralpen **Österreichs** her — empfängt, besitzen wir einen sehr sorgfältigen Katalog von Professor Dr. Josef Schorn: Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Zeitschrift des Ferdinandeums, III. Folge, 46. Heft. Innsbruck 1902. — Diese Chronik schließt mit dem Jahre 1895 ab, weil mit dem folgenden Jahre die Reihe der Berichte der Erdbebenkommission der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien beginnt, welche auch Tirol und Vorarlberg umfassen.

Wir geben nun im nachstehenden eine Schilderung der tektonischen Einheiten, aus denen Südwestdeutschland besteht, und werden suchen die lokalen Sitze ihrer Seismizität festzustellen. — Für jedes Gebiet wird zunächst der „Aufbau" klargestellt, sodann folgt eine Aufzählung der „Erdbebenherde" und „Herdlinien", soweit solche im Gebiet bekannt geworden sind; wenn nicht, werden die nächstgelegenen Ausgangspunkte der Erderschütterungen namhaft gemacht. Schließlich folgt ein Abschnitt: „Belege und Literaturnachweise", welcher die seismische Eigenart des Ge-

bietes in seiner Lokalfarbe zeichnet und zugleich die nötigen wissenschaftlichen Belege darbietet. Ich betone aber nachdrücklich, daß die herausgegriffenen Beben lediglich typische Ereignisse darstellen, daß aber ein vollständiger Erdbebenkatalog hier nicht gegeben werden will. — Die Zeitangaben sind unverändert den Quellen entnommen; beziehen sich also in Deutschland seit 1893 auf „mitteleuropäische Zeit"; im Ausland aber auf die jeweils dort gültige Ortszeit. Die Buchstaben **a. m.** und **p. m.** bedeuten „ante resp. post meridiem"; also vor oder nach Mittag.

III. Die Erdbebenherde des Hunsrück, der Glan- und Nahemulde (Hügelland des Rotliegenden) und des Saarbrücker Steinkohlengebirges.

a) Der Aufbau des Gebietes.

Das Rheinische Schiefergebirge, ein uraltes devonisches Rumpfgebirge, greift mit dem **Hochwald** und dem **Idarwald** (Hunsrück) gerade noch in die Nordwestecke der geologischen Übersichtskarte herein, welche das hier zu betrachtende Gebiet von Südwestdeutschland darstellt. Die unterdevonischen Hunsrückschiefer und Taunusquarzitzüge dieses alten Festlandes sind in der Zeit des mittleren Karbon in steile Falten gepreßt worden, welche der variskischen Strukturlinie folgend in der Richtung N 47° O streichen. — Abweichend und muldenförmig lagern sich die kohlenführenden Schichten des Saar-Nahegebiets an den gefalteten Devonkörper des Hoch- und Idarwaldes an. Die 30 km breite grabenartige Einsenkung erstreckt sich merkwürdigerweise genau wieder in der Richtung **SW—NO**. Das gegen 5000 m mächtige produktive Steinkohlengebirge ist in Mulden- und Sattelform zusammengeschoben und durch jugendliche großartige Bruchlinien (bis 4000 m Sprunghöhe) zerstückelt, welche teils variskisch (N 51° O), teils nahe senkrecht darauf (herzynisch) verlaufen. — Daran schließt sich ostwärts, in breitem Zuge, ganz ähnlich gebaut, das Hügelland des Rotliegenden an. Es dehnt sich zwischen Saarwellingen und Kreuznach bis zur Breite von 35 km aus. Seine Längenachse ist wiederum variskisch gerichtet N 56° O und auch die Eruptivgesteine des sog. Grenzlagers, welche zur Zeit des mittleren Rotliegenden aufgepreßt wurden (Quarzporphyre, Porphyrite und Melaphyre) durchziehen in **nordöstlicher** Richtung das Hügelland. Ebenso gerichtet oder senkrecht darauf verlaufen auch die Bruchlinien der Erdkruste in diesem Gebiet.

b) Erdbebenherde und Herdlinien.

Der Devonkörper des Hoch- und Idarwaldes erfreut sich im allgemeinen einer ausgezeichneten Bodenruhe. Einen eigenen Erdbebenherd besitzt er gar nicht. Sämtliche mir bekannt gewordenen Erschütterungen kommen von auswärts; es sind lediglich „Übertragungsbeben". Die bekannten Erdbeben von **Herzogenrath** (10 km nördlich von Aachen) bewegten dieses Gebiet in den Jahren 1873 und 1878 nicht; sie erloschen beide am Nordrand der Eifel. Dagegen reichte das Schüttergebiet des Erdbebens vom 26. August **1878** südwärts bis nach Straßburg. Der Herd „Tollhausen" lag unweit von Herzogenrath, ebenfalls im Regierungsbezirk Aachen. Der Hunsrück wurde jeweils von den Herden im **„Aachener Karbongebiet"** öfters erschüttert, denn dieser Stoß war nur die erste und zugleich stärkste Äußerung einer fast neun Monate dauernden Erdbebenperiode. — Die Zone des französisch-westfälischen Steinkohlenbeckens ist, der ganzen Länge nach, reich an Erdbebenherden. Man könnte die Linie Namur—Lüttich—Aachen geradezu eine „Herdlinie" nennen. Näheres über dieselbe siehe: F. de Montessus de Ballore: Les tremblements de terre. Paris 1906, S. 71, und A. Sieberg: Einiges über Erdbeben in Aachen und Umgebung. Erdbebenwarte, Laibach 1903. — In der Mehrzahl der Fälle hat es sich hier um tektonische oder Dislokationsbeben gehandelt, wie dies v. Lasaulx für die beiden Herzogenrather Erdbeben sicherstellte. Die Bewegungen gingen teilweise von jugendlichen Querbrüchen aus, welche die Mulde in der Richtung **SO—NW** (herzynisch) durchsetzen. An einer solchen Bruchlinie dem sog. „Feldbiß" (167 m ganze Sprunghöhe) haben sich in den Jahren 1873—1877 nachgewiesenermaßen zwei mächtige Gebirgsstücke — durch Abwärtsgleiten des nordöstlichen Flügels — um mehr als 100 m verschoben. (Sieberg a. a. O., S. 16.) Außer von Norden empfängt der Hunsrück hie und da aber auch leichte Stöße von Osten her, denn das Rheintal von **Bingen—Koblenz** ist eine lebhaft tätige Herdlinie. (Vergl. F. de Montessus de Ballore a. a. O., S. 77.) Ferner kommen aus dem Mainzer Becken seit alten Zeiten Erdbebenstöße, die sich im Hunsrück schwach fühlbar machen. Im ganzen aber ist wie gesagt, das ganze Gebiet fast als erdbebenfrei (aseismisch) zu betrachten. Das gleiche ist neuerdings für die ähnlich gebauten Ardennen durch einen sorgsamen Erdbebenkatalog nachgewiesen worden. (Villette: Les tremblements de terre dans les Ardennes et les régions voisines. Sedan 1905.)

Einige weitere Züge der Eigenart der seltenen Bodenbewegungen in Nordwesten unseres Kartengebietes lassen sich entnehmen aus den nachstehenden

c) Belegen und Literaturnachweisen.

1565. Am 7. Februar gegen Nacht. Erdbeben im Hunsrück, an der Mosel, in der Eifel, besonders im Gebirge. Ohne besonderen Schaden, etliche Kamine fielen. (A. Sieberg, Handschriftlicher Erdbebenkatalog.)

1788. Am 12. August. Starkes Erdbeben auf dem Hunsrück. (J. Nöggerath, Verh. des naturhist. Vereins der Rheinlande. Jahrg. XXVII. Bonn 1870. S. 103.)

1828. Am 23. Februar, $8^h\,15^m$ a. m. Erdbeben aus der Herdlinie **Lüttich**—Mastricht—Namur—Aachen, welches auch Trier und den Hunsrück erschütterte. (J. Nöggerath, a. a. O., S. 106.)

1855. Am 25. und 26. Juli. Starkes Erdbeben im **Visptale** im Kanton Wallis (Schweiz); dehnte sich aus bis Saarbrücken und Trier, sowie in die Pfalz (Zweibrücken). (J. Nöggerath, a. a. O., S. 110.)

1869. Am 2. Oktober $11^h\,40^m$ p. m. wurde die Rheinprovinz erschüttert; in unserem Gebiet ist genannt: Trittenheim a. d. Mosel (Nordwestecke unserer Karte), Lebach, Saarbrücken und St. Wendel. Der Stoß (Grad III) kam von der Herdlinie am Rhein, aus der Gegend von **Koblenz**. Saarbrücken meldet: Stoß von NW nach SO; Dauer 3—4 Sekunden; die Wahrnehmung derart, als ob schwere Möbel dreimal hin und her bewegt würden. (J. Nöggerath, a. a. O., S. 33.)

1869. Am 31. Oktober 4^h a. m.: Erdbeben im Saarbrücker Steinkohlengebirge und im Hügellande des Rotliegenden. Der Stoß ging von **Großgerau** aus. Besonders genannt sind: Alsweiler im Kreise St. Wendel, sowie Alzey und Alsenz. (J. Nöggerath, a. a. O., S. 64 f.)

1869. Am 1. November wurden ferner von **Großgerau** aus erschüttert: Kaiserslautern, Kreuznach, St. Ingbert, Saarbrücken, Kirn a. d. Nahe, Meisenheim a. d. Glan usw. (J. Nöggerath, a. a. O., S. 69.)

1873. Am 28. September. Beginn der **Herzogenrather** Erdbebenperiode. (Lersch, Die Herzogenrather Erdbeben. Aachen 1874.)

1878. Am 26. August trat — von **Aachen** her — gegen 9^h a. m. ein weitverbreitetes Erdbeben ein, das neben vielem anderen auch den Hunsrück erschütterte. Es begann mit einer stoß- oder ruckartigen Bewegung, der eine horizontale wellenförmige nachfolgte. Dauer etwa 20 Sekunden. (A. Sieberg: Einiges über Erdbeben in Aachen und Umgebung. Die Erdbebenwarte. II. Jahrg. Laibach 1903.)

IV. Die Erdbebenherde der Pfälzer Mulde, des Westrichs, der Hardt und des Lothringer Stufenlandes.

a) Der Aufbau des Gebietes.

In der großartigen aber flachen Lothringer oder Pfälzer Mulde (Saargemünd—Pfälzischen Mulde) zeigt sich wiederum sehr schön die variskische Strukturlinie **SW—NO** als Beherrscherin der Schichtenstellung, obgleich dieses Tafelland aus Trias- und Juraschichten ge-

bildet ist. Die Muldenlinie hält die Richtung ein N 56° O und fällt etwa zusammen mit der Linie Nancy—Saargemünd—Hochspeyer. Nur ganz sachte (mit 1°—3°) heben sich die beiden Muldenflügel gegen SO und NW empor bis hinaus in die Hardt und an die Abtragungsgrenze auf den älteren karbonischen oder permischen Schichten des Nordwestens. Diese riesige flache Mulde besteht aus einer etwa 550 m mächtigen Schichtenfolge des Buntsandsteins, auf welche sich gegen Südwesten hin der Muschelkalk (150 m mächtig) aufgelagert hat und weiterhin gegen SW der Lothringer Keuper (230 m mächtig) obenauf liegt. Die ganze Mulde neigt sich gegen das Pariser Senkungsfeld hin mit 0°40′. Gegen das Rheintal hin bricht sie an den großen Rheintalspalten schroff ab; die Schichten im Rheintal sind 1000—2000 m tiefer gelegt. — Beide Muldenflügel sind von zahlreichen Bruchlinien der Erdkruste durchsetzt, welche teils annähernd der Muldenlinie parallel laufen, also variskisch gerichtet sind, teils ungefähr senkrecht auf diese Richtung, also herzynisch verlaufen. — Die Südgrenze dieses großen Gebietes liegt etwa auf der Linie Saarburg—Albersweiler.

b) Erdbebenherde und Herdlinien

hat dieses Gebiet eigentlich nicht. Es erfreut sich als stabile Kontinentaltafel — namentlich im Lothringer Stufenland — großer Bodenruhe. R. Langenbeck hat in seinem großen Erdbebenkatalog (Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. Stuttgart 1892) nur drei Erdbeben aufzählen können, welche in Lothringen ihren Herd hatten: **1668** in Saarburg (ohne Datum); am 14. März **1798** in **Saargemünd** und Bitsch und am 28. März **1843** in Nancy. Alle sonst in Lothringen verspürten Erdbeben wurden aus anderen Gegenden meist vom Niederrhein (Lüttich—Aachen) nach dort fortgepflanzt. Seismisch regsam zeigte sich nur die **Muldenlinie** Nancy—Saargemünd—Zweibrücken—Hochspeyer. — Dagegen hat die **Hardt** an ihrem Ostrande, auf der Linie Albersweiler—Neustadt—Dürkheim—Grünstadt ein habituelles Stoßgebiet. Teils finden an den großen Rheintalspalten Senkungen statt, teils branden hier besonders kräftig und häufig die Beben an, welche vom **Mainzer Becken** (Großgerau) und von **Kandel** ausgehen und sich teils hier auslösen, teils mehr oder weniger tief ins Gebirge eindringen.

c) Belege und Literaturnachweise.

1798. Am 14. März 10^h a. m. fand in **Saargemünd** und einigen anderen Orten des ehem. Departements Meurthe ein sehr heftiger Stoß statt. In Bitsch

war derselbe so stark, daß er einen Teil eines Brückenbogens hob. Der Umkreis, in welchem er stattfand, schließt einige Kohlengruben ein, von denen eine ähnlich der Solfatara beständig raucht? (R. Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. Heft I. S. 43.)

1843. Am 28. März $10^h\ 6^m$ a. m.: Erdstoß in **Nancy**, im oberen Teil der Stadt. (R. Langenbeck, a. a. O., S. 53.)

1869. Am 30. Oktober $8^h\ 5^m$ p. m. begann die heftigere Periode der Erdbeben mit dem Herde bei und unter **Großgerau**, in welcher vielfach auch die **Hardt** erschüttert wurde. Sie reicht in die Monate Oktober, November, Dezember 1869 und Januar 1870 hinein. In dieser Zeit erfolgten die Erderschütterungen so zahlreich hintereinander — in oft sehr kurzen Zeiträumen —, daß die Aufzählung der einzelnen Stöße hier zu weit führen würde. Sämtliche Stöße waren mit einem schwachen, aber deutlich vernehmbaren, dumpfen Rollen und Getöse in der Erde verbunden. — Der oben genannte Stoß erschütterte z. B. Dürkheim schwach und am gleichen Tage ($11^h\ 30^m$—12^h) Neustadt. — Am 1. November 1869 kam wieder ein Stoß von **Großgerau**: Dürkheim ($11^h\ 55^m$, von S nach N Dauer 3—4 Sekunden stark); Neustadt a. d. Hardt ($11^h\ 45^m$) zwei Schwankungen; Zweibrücken; Bliestkastel (gegen 12^h); Kaiserslautern; Gemünden usw. — Am 2. November 1869 brandeten wieder Großgerauerstöße an die Hardt: Neustadt ($9^h\ 25^m$) 4 starke Stöße von N nach S; Dürkheim ($9^h\ 35^m$) wellenförmig von SW nach NO oder von N nach S; Dauer 2—3 Sekunden. 4 Schwingungen, **stark**; auch Landstuhl und Kaiserslautern wurden an diesem Tage betroffen usw. (J. Nöggerath, Verh. des naturhist. Vereins der Rheinlande. XXVII. Jahrg. Bonn 1870, S. 50 ff.)

Am 24. Januar $7^h\ 45^m$ erschütterte — von **Kandel** her — das rheinisch-schwäbische Erdbeben auch einen Teil der Pfalz, des nördlichen Baden und von Württemberg. Es wurde von H. Eck der Verschiebung eines unterirdischen Gebirgsstücks **am Rande der Hardt** zugeschrieben: „Die Senkung einer Gebirgsscholle am östlichen Abfall der Hardt — an der **Rheintalspalte** — hat das Erdbeben hervorgerufen.“ Bei dieser Gelegenheit hat H. Eck ferner die wichtige Beobachtung gemacht, daß in gefalteten Gneisschollen die Erdbebenstöße parallel zur Längsrichtung seiner Bänke und Platten sich besser fortpflanzen, als senkrecht dazu.“ Genaueres: H. Eck, Verz. d. geol. Literatur für Württemberg usw., 1890, S. 854 und derselbe: Zeitschr. der Deutsch. geol. Ges. Bd. 38, 1886, S. 150—160.

1882. Am 26. November $1^h\ 33^m$ a. m. wurde in Dirmstein (nordöstliche Pfalz) eine Erderschütterung wahrgenommen, die sich dem Anschein nach von NO nach SW erstreckte. Die Erschütterung war so stark, daß kleinere, auf dem Tisch stehende Gegenstände wankten und Fenster klirrten. (R. Langenbeck, a. a. O., Nachtrag, S. 369.)

1903. Am 25. Januar $9^h\ 45^m$ a. m. erfolgten 3 kurze Erdstöße, welche in vielen Orten der **Vorderpfalz** verspürt wurden. Nachmittags 1 Uhr und $3^h\ 15^m$ p. m. folgten weitere starke Erderschütterungen; welche sich am 26. Januar um $12^h\ 30^m$, 7^h und $7^h\ 5^m$ a. m. und 4^h p. m. wiederholten. — Am 27. Januar folgten 3 weitere Stöße. Das letzte Beben war das heftigste. Der Herd lag bei **Kandel**. — Am 22. März ereignete sich sodann eines der größten Beben in der Pfalz. Der Herd lag wieder bei **Kandel**. Es erfolgten Erdstöße um 6, 7, $^1/_2$10 Uhr früh und 2 Uhr nachmittags, nachdem schon am 21. März abends ein Vorstoß er-

folgt war. Die Stöße waren sehr heftig, denn eine Anzahl Schornsteine sind eingefallen, Mauern und Zimmerdecken zeigten Risse. Die Richtung der Stöße war von O. nach W. (J. Reindl, Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Bd. XXXIII. 1903. Heft 1. S. 186 u. 197.)

V. Die Erdbebenherde und Herdlinien der Vogesen.

a) Der Aufbau.

In den Südvogesen liegt das Grundgebirge (Gneis, Granit, Devon und Kulm) offen am Tage. Auch hier zeigt es sich beherrscht von der variskischen Strukturlinie (**SW—NO**). Diese zeigt sich in der Auffaltung der Gneise, der paläozoischen Schiefer und der karbonischen Grauwacken, sowie in den Salbändern der Granitmassive. Der große „Vogesensattel" zieht von Luxeuil aus, südlich von Gérardmer vorüber zur Hohkönigsburg, um weiterhin nach der Hornisgrinde in den Schwarzwald vorzudringen, wo er an Wildbad vorüber nach Liebenzell zu sich streckt. Er hält in den Hochvogesen die Richtung **N 56° O** ein und schneidet das Rheintal schräg auf der Linie Benfeld—Appenweier. — Die südliche Abbruchlinie der Vogesen — eine mehrere Kilometer tiefe Verwerfungsspalte — hält gleichermaßen die SW—NO-Richtung ein — genauer **N 50° O** —; während der ebenso tiefe Rheintalbruch gegen Gebweiler zu umbiegt und auf der Strecke Rufach—Kaysersberg ganz **meridional** (alpin) gerichtet ist. Der Nordflügel des Vogesensattels reicht zunächst bis zur Linie Épinal—Raon l'Étape — Schneeberg, welche dem Sattel parallel verläuft und als Erosionsgrenze die Hochvogesen gegen Nordwest am füglichsten abgrenzt. Weiterhin aber bilden die Sandsteinvogesen (Nordvogesen) einen parallelen — nordöstlich gerichteten — Gebirgsstreifen bis etwa zu der Grenzlinie Saarburg—Dahn. Beherrscherin der Lagerungsform ist hier die „Mulde von Pfalzburg" (N 56° O), welche demnach ebenfalls **variskisch** orientiert ist. Der Buntsandstein liegt hier „diskordant" über dem gefalteten Grundgebirge als eine 450—500 m mächtige Decke.

b) Die Erdbebenherde und Herdlinien.

Die Vogesen sind im Süden und im Osten geradezu umrahmt von Herdlinien, welche identisch sind mit den tiefen Randspalten (2500—2800 m Sprunghöhe) gegen den Sundgau und das Rheintal. Doch ist auf diesen langen Stoßlinien die seismische Tätigkeit in den letzten Jahrzehnten nur wenig hervorgetreten. Die gegenüberliegenden Schwarzwaldspalten waren viel lebhafter.

An den Vogesenspalten zeigen sich nur bei **Gebweiler** derzeit schwache lokale Herde. Dagegen läßt die Betrachtung der Schüttergebiete der im Rheintal selbst liegenden Erdbebenherde **Kandel, Straßburg**, **Kaiserstuhl** und **Basel** deutlich erkennen, daß die von hier ausgehenden Stöße an den genannten großen Vogesenspalten zwar kräftig anbranden, aber sich auch zum großen Teile auslösen. Das gleiche Verhalten zeigen auch die Erdbebenwellen, welche nicht selten von der **Muldenlinie der Molasse** (Bern—Frauenfeld) gegen die Vogesen anstürmen. — Merkwürdig ruhig verhält sich die Antiklinale des Gebirges, der große Vogesensattel. Man muß bis ins Jahr 1858 zurückgehen, bis man bei **Gérardmer** (Saut des Cuves) einen Herd in Tätigkeit findet und auch damals erfolgte die Anregung wohl von **Remiremont** aus. — Auffallend ist ferner die große Bodenruhe in der Muldenlinie von Pfalzburg und in dem riesigen Bruchfeld von Zabern, das bekanntlich von sehr zahlreichen Verwerfungsspalten zerstückelt ist. — Im Innern des Gebirges ist nur noch das Kulmgebiet des **Großen Belchen** als Erdbebenherd zu bezeichnen. Das Erdbeben vom 22. Januar 1896 hat gezeigt, daß dieser Herd mit dem gleichartigen am Feldberg (Schwarzwald) zusammenhängt. — Von Westen her erhalten die Vogesen nicht selten kräftige Stöße, welche von der Herdlinie **Plombières—Remiremont** ausgehen. Dort regen sich des öftern die gebirgsbildenden Kräfte, doch sind dieselben derzeit nicht mehr so stürmisch, wie im Jahre 1682, wo in Remiremont eine große Kirche einstürzte und ein Stoß durch die Vogesen fuhr, der in Straßburg noch ein Haus zu Boden warf.

c) Belege und Literaturnachweise.

1601. Das Erdbeben vom 8. September wurde auch in **Thann** zwischen 2 und 3^h a. m. sehr stark gespürt. Thann wird in den Erdbebenkatalogen öfters genannt; z. B. 1602 (17. September); 1614 (22. Mai). — Besonders die **Basler** Beben der Jahre 1576 und 1577 wurden auch in Thann lebhaft gespürt. — Das Erdbeben vom 9. Februar 1548 war in Thann noch so stark, daß die Leute in den Betten wie die Kinder in den Wiegen hin und her gewiegt wurden; Schaden richtete es aber nicht an. (R. Langenbeck, Nachtrag, S. 364.) — An der großen **Vogesenspalte** bei Thann lösen sich offenbar öfters die anbrandenden Erdbebenwellen mit kräftigem Ruck aus und die Linie **Basel—Thann** zeigt sich dabei als eine wichtige Herdlinie.

1682. Am 12. Mai zwischen 2—3^h a. m. ereignete sich das heftigste Erdbeben des Jahrhunderts, das von der Gegend **Remiremont—Plombières** ausging. Der erste Stoß war so heftig, daß in Remiremont die große Kirche des Frauenklosters und 20 Häuser einstürzten. In Straßburg stürzte ein Haus und mehrere Schornsteine zu Boden. (R. Langenbeck, a. a. O. S. 27.)

1822. Das Westschweizer Erdbeben vom 19. Februar wurde in Épinal und den gesamten Südvogesen deutlich wahrgenommen. (R. LANGENBECK, Nachtrag, S. 367.)

1843. Am 21. Dezember 10^h p. m. fand in den südlichen Vogesen ein Erdbeben statt, das von sehr auffallenden Lichterscheinungen begleitet war. In Giromagny, Rougemont und Umgebung wurde ein ziemlich heftiger Stoß von 2 Sekunden Dauer verspürt. Im ganzen **Münstertal** zitterten Türen und Fenster stark und auch bei Rappoltsweiler war der Stoß noch ziemlich lebhaft. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 53.)

1851. Am 12. Juli 3^h 30^m p. m. fand im Granitmassiv des **Hohneck** (Südvogesen) ein sehr gut charakterisiertes Erdbeben statt. In **Remiremont** erzitterten die Häuser stark und die Einwohner gerieten so in Angst, daß sie zahlreich aus den Häusern stürzten. Es waren heftige und rasche Stöße, die von einem Getöse, wie von einem schweren über das Pflaster fahrenden Wagen, begleitet waren. Stärker äußerte sich das Beben noch an dem Zweige des Granitmassivs, der von der Hauptkette über Gérardmer abzweigt und in zwei Ästen gegen Remiremont und Epinal verläuft. In Münster und Sulzbach im Fechttale erfolgte am gleichen Tage ebenfalls ein starker Stoß, der nur eine Sekunde dauerte. In Plombières wurde ebenfalls ein starker Stoß an diesem Tage empfunden. In Corcieux wurden deutlich zwei Stöße in der Richtung **SW—NO** empfunden. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 56.)

1855. Am 25. Juli 12^h 50^m p. m. ereignete sich das bekannte Walliser Erdbeben, das heftigste, welches seit 100 Jahren das mittlere Europa betroffen hat. Es ging vom Visptal im Oberwallis aus. Hier ist nur zu erwähnen, daß der Hauptstoß an der Vogesenspalte bei **Belfort** mit besonderer Heftigkeit anbrandete, aber auch sich zum Teil auslöste. Im St. Amarintale (Wesserling) hatte die Bewegung eine deutliche O—W-Richtung und setzte sich über den Kamm des Gebirges abgeschwächt fort bis nach Remiremont, wo sie die Richtung SSO—NNW hatte. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 60.)

1858. Am 16. Oktober ereignete sich in der Umgegend von **Remiremont** eine stärkere Erderschütterung. Dieselbe wurde am stärksten in der Meierei **Saut des Cuves,** östlich von Gérardmer, empfunden. Es waren 5 Stöße (N—S), die von einem donnerähnlichen Rollen begleitet waren. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 63.)

1859. Am 6. April 10^h 45^m p. m. Erdbeben im **Moselottetal**, südlich von Gérardmer. Es wurde auch in Plombières wahrgenommen. Es gab sich durch ein Geräusch kund, ähnlich dem, welches ein mit Eisen beladener, schwerer Frachtwagen auf unebenem Straßenpflaster hervorbringt. Das Geräusch schien von W nach O zu ziehen. Die Schwingungen waren rasch. (R. LANGENBECK, Nachtrag, S. 368.)

1880. Am 24. Januar 7^h 41^m a. m.? wurde von **Kandel** aus der mittlere Teil des Rheintalgrabens und die benachbarten Gebiete der Hardt und der **Vogesen** von einem ziemlich heftigen Erdbeben erschüttert. Bemerkenswert für den unterirdischen Bau des Rheintalgrabens ist der Umstand, daß der Stoß in Dambach, Windstein und Lichtenberg auch verspürt wurde. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 80.)

1881. Am 3. März 3^h 35^m a. m. wurden die Südvogesen bei **Belfort** durch einen Stoß bewegt, der von der Achse der Molassemulde bei **Bern** ausging. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 82.)

1882. Am 13. September $12^h\ 40^m$ a. m. fand auf dem öfters betroffenen Südwestabhange der Vogesen ein Erdbeben statt. Der Stoß ging von der Gegend von **Plombières** aus, wo ein vertikaler Stoß und ein dumpfer Laut — ähnlich dem Platzen einer Kartätsche — alle Einwohner in Schrecken setzte. Die Richtung des Stoßes war deutlich NNW—SSO, also fast senkrecht auf die Streichrichtung des Vogesensattels. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 83, und VÉLAIN, Tremblement de terre dans les Vosges. Nat. 1882.)

1883. Am 24. Januar $5^h\ 25^m$ a. m. ging ein schwaches Beben von der regsamen Herdlinie **Freiburg—Emmendingen** (am Schwarzwaldrande) aus, das an der **Vogesenspalte** Rufach—Thann anbrandete, sich hier zum Teil auslöste, aber auch in die Südvogesen eindrang und z. B. **St. Amarin** erschütterte. „Ein unterirdisches Gebirgsstück hat sich an der Freiburger Verwerfungsspalte verschoben und das Erdbeben veranlaßt." Erschüttert wurde der südliche Schwarzwald bis Freudenstadt und Donaueschingen. Die Fortpflanzung geschah vorwiegend in NW—SO oder O—W. (J. H. KLOOS; Karlsruher Verh. Bd. X. 1888. S. 23 f.)

1884. Am 14. April $11^h\ 35^m$ p. m. beschränkte sich das Erdbeben auf einen kleinen Raum, ist aber als deutliches Strukturbeben nicht ohne Interesse. Es wurde nur ein einziger aber kräftiger Stoß verspürt, der von Nord nach Süd 6—7 Kilometer weit wirkte, und zwar von **Gebweiler** über das Rimbachtal **(Rimbachzell)** bis zum Wünheimertal. Es handelte sich offenbar um eine geringe Abrutschung des Rotliegenden — im Vorbergbruchfeld westlich von Sulz — am Kulm des Zentralstockes der Südvogesen. (GERHARD, Karlsruher Verh. Bd. X. 1888. S. 38—41.)

1884. Am 24. Juni $7^h\ 30^m$ p. m. fand ein lokales Kaiserstuhlbeben statt. Hiebei wurde die auffallende Beobachtung gemacht, daß das weit ententfernte **Markirch** gleichzeitig und isoliert den Stoß verspürte. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 85.)

1893. Am 12. August $1^h\ 30^m$ a. m. wurden (wohl von den **Vogesenspalten** aus) verschiedene Ortschaften des nordwestlichen Teiles des Kreises **Weißenburg** durch mehrere rasch aufeinanderfolgende heftige Erdstöße erschüttert, ohne daß dieselben besonderen Schaden anrichteten. (R. LANGENBECK, Nachtrag, S. 378.)

1896. Durch das ausgedehnte Oberrheinisch-Schweizerische Erdbeben vom 22. Januar ca. $0^h\ 47^m$ M. E. Z. a. m. ist ein merkwürdiger Zusammenhang festgestellt worden zwischen dem **Kulmgebiet der Südvogesen** (Großer Belchen) und dem Kulmgebiet des Schwarzwaldes, welches die Feldbergmasse umschlingt. Der Hauptstoß erfolgte auf der Herdlinie Lenzkirch—Schönau—Badenweiler—St. Amarin (Krüth) gleichzeitig. Erschüttert wurden 52000 qkm, dabei die Südvogesen im Westen bis Épinal, der ganze Schwarzwald, Oberschwaben bis Biberach und Bregenz; im Süden das Gebiet bis zum Genfersee. Die Intensität war mäßig, sie erreichte nur in den pleistoseisten Gebieten am Feldberg und am **Großen Belchen** die Stärkegrade V—VI (FOREL-ROSSI). Die Linie Badenweiler—Enzisheim dürfte im tiefsten Grunde der Rheinebene das Ende des von Süden her eingepreßten **Jurakeils** bedeuten. (J. FRÜH, Annal. met. Zentr. Zürich. 1896. S. 2—14.)

VI. Die Erdbebenherde im und am Rheintalgraben.

a) Der Bau des Grabens.

Der Rheintalgraben zwischen Basel und Mainz ist zu beiden Seiten von kräftigen Verwerfungsspalten begrenzt. Die Sprunghöhe beträgt 2500—1200 m. Um diese Beträge sind — im Graben — die unter den mächtigen Schottermassen liegenden zerstückelten Sedimenttafeln — zur Oligocänzeit — staffelförmig in die Tiefe versunken, während sie auf den Halbhorsten: Vogesen, Schwarzwald, Odenwald und Hardt noch hoch liegen. — An den Rändern stehen vielfach noch abgebrochene Vorbergszonen, welche auf halbem Wege stehen geblieben sind: im Süden des Schwarzwaldes der Dinkelberg; bei Müllheim die Juratafeln von Kandern, welche im Isteinerklotz an den Rhein herantreten; bei Freiburg die Schönberggruppe; bei Ettenheim die aus Buntsandstein aufgebauten „Lahrer Einbruchschollen"; an den Vogesen bei Gebweiler die ebenfalls aus Trias bestehenden „Sulzmatter Vorberge"; zwischen Barr und Weißenburg endlich das riesige „Bruchfeld von Zabern", in welchem sich Trias und Juraschichten als zerstückelte Schollen erhalten haben. — Das gewaltigste Ereignis in der Erdgeschichte Südwestdeutschlands ist der Einbruch des Rheintalgrabens, welcher mit dem Vordrängen der Alpen- und Juraüberschiebungen im Zusammenhang steht. Der Abbruch geschah der Hauptsache nach in geologisch junger Zeit — der Oligocänzeit —; er setzte sich aber fort in der Miocänzeit und ist offenbar noch heute nicht zum Abschluß gekommen, wie die Erdbebenerscheinungen aufs deutlichste lehren. Dabei muß zurzeit die Möglichkeit noch offen bleiben, daß gleichzeitig ein Emportreiben (eine Hebung) der Grundgebirgskerne der mittelrheinischen Gebirge stattgefunden hat und vielleicht noch heute stattfindet. — Im Mittelrheintal herrscht im ganzen das jugendliche alpine System (Richtung N 0° O und N 90° O) vor, es ist aber der Gebirgsbau der Tiefe namentlich in der Strecke Altbreisach—Germersheim sehr beeinflußt von der alten variskischen Strukturlinie, welche hier die Schichtentafeln und Verwerfungsspalten in die Richtung N 42° O stellt. Auf dem südlichen Schnittpunkt beider Gebirgssysteme sind die Basalte, Tephrite und Phonolithe des Kaiserstuhls emporgepreßt worden, und zwar am Anfang der mitteloligocänen Tertiärzeit; hier sind die gebirgsbildenden Kräfte auch heute noch besonders geschäftig. — Der nördliche Schnittpunkt der genannten Gebirgssysteme liegt bei **Kandern**.

unweit von Karlsruhe. Auch hier beobachten wir noch in den letzten Jahrzehnten, daß die seismischen Kräfte besonders häufig und energisch am Werke sind. — Im Norden des Rheintals quert das alpine System auf der Linie Bingen—Mainz—Frankfurt den variskisch in Falten gelegten uralten Devonkörper des Taunus; deshalb bebt dort die Erdkruste recht häufig, wie die Chroniken dieser Städte zu erzählen wissen; der eigentliche Kreuzungspunkt in der Tiefe muß aber unter **Großgerau** (westlich von Darmstadt) liegen, das als Erdbebenherd in frischer Erinnerung steht. — Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse im Süden im Sundgau. Dort hat der Alpenschub einen wuchtigen Jurakeil eingetrieben zwischen die Vogesen und den Schwarzwald. In der sog. „Pfirt" greift das jurassische Gebiet mit 4 Kettenpaaren in das vorliegende Tiefland ein. Verlängert man die Vogesenverwerfung bei Rufach an den Westrand der Largbucht bei Bonfol, so hat man eine wichtige Strukturscheide im Jura. Ganz ähnliche Bedeutung hat die Verlängerung der Schwarzwaldverwerfung bei Lörrach bis zur „Hohen Winde". Zwischen diesen Linien steckt der Faltenjura (Kettenjura), welcher hier 12 km weiter gegen Norden in das mittelrheinische Tiefland vorgedrungen ist, als sonst im Osten und Westen, wo der Plattenjura beidseits angrenzt. B. Förster konnte — durch das Ergebnis der Bohrungen auf Erdöl — den Nachweis geben, daß der Weiße Jura unter den Schichten des Oligocän im Sundgau vorhanden ist. Allerdings liegt sein Hangendes in der Breite von Sierenz schon 30 m unter dem Meeresspiegel. Der Gebirgsbau im Untergrund des Sundgaus ist demnach für die Erzeugung und den Verlauf der Erdbeben iu Südwestdeutschland von ganz hervorragender Bedeutung. Hier liegt der Rammklotz, gegen den auch die neuesten alpinen Faltungsversuche unserer Tage mit ihren Stößen anrennen und — wie beim Visper Beben — nicht nur ins Rheintal eine lange Zunge erschütterter Orte hereinsenden, sondern auch mit großer Gewalt die halbierten Horste Vogesen und Schwarzwald anstoßen. Unter solchen Umständen kann es nicht wundernehmen, daß **Basel** heute noch Erdbebenherd ist und oft, wenn auch glücklicherweise meist maßvoll erschüttert wird. Die tektonischen Verhältnisse im Sundgau und im badischen Oberlande sind ferner weithin beherrscht von einer mächtigen Flexur, der sog. „Sundgaulinie" (N 41° O; Köstlach—Kembs). Wir werden späterhin auch eine bedeutungsvolle Erdbebenherdlinie **Basel**— **Thann** kennen lernen, welche senkrecht zu der genannten Flexur verläuft.

b) Die Erdbebenherde.

Das Rheintal zwischen Basel und Mainz wird beiderseits flankiert und abgegrenzt durch langgestreckte **Herdlinien**, welche wir unter dem Namen Schwarzwaldspalte und Vogesenspalte usw. bereits als tiefgreifende Bruchlinien der Erdkruste kennen gelernt haben. Die lebhafteste Tätigkeit der als Erdbeben sich äußernden gebirgsbildenden Kräfte hat sich in den letzten Jahrzehnten an den Spalten bei **Freiburg** gezeigt sowie bei **Lahr**. Die Vogesenspalten und die Odenwaldspalten wirken neuerdings mehr passiv — als Puffer — durch Auslösen der Erdbebenwellen, welche von auswärts kommen, nicht aktiv durch ausgesendete Stöße. — Im Rheintal selbst haben sich bei **Basel**, im **Kaiserstuhl**, bei **Straßburg**, bei **Kandel** (Karlsruhe) und bei **Großgerau** öfters selbsttätige Herde gezeigt, deren Energie in leichteren Fällen an den Randspalten sich auslöst, bei kräftigeren Verschiebungen der Schollen aber in die Gebirge eindringt und weithin Südwestdeutschland erschüttert. Die Eigenart der einzelnen Erreger ergibt sich wohl am besten aus den nachstehenden Einzelschilderungen. Besondere Beachtung verdient das zeitliche Wandern der Erdbebenherde.

c) Die Belege und Literaturnachweise.

1. Für Basel.

1356. Am 18. Oktober (Lukastag) 3^h a. m. fand das furchtbare und weit verbreitete Erdbeben statt, welches von Basel ausging und diese Stadt fast vollständig zerstörte, nebst 34 benachbarten Burgen und Dörfern. — „Die vorerwähnten Erdbidem waren also stark, daß es kein Hus, insbesondere kein steinernes gab, das nicht ganz oder zum Teil zerstört ward. Man muß auch wissen, daß während eines Jahres fast in jedem Monat die Erde bebte. Dreihundert Menschen kamen ums Leben.“ — Sehr heftig äußerte sich das Beben auch in der Umgebung von Rappoldsweiler, in dessen Nähe ebenfalls mehrere Schlösser zerstört wurden. In Straßburg warf der heftigste Stoß Schornsteine herab, sowie Giebel und Ornamente vom Münster, doch war dort trotz der noch folgenden 10 Stöße der Schrecken größer als der Schaden. In Rothenburg o. T. entstand durch die Stöße ein „Wildbad“ (d. h. es zeigte sich eine vordem unbekannte Quelle aus der Anhydritgruppe des Muschelkalks). — (Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. I. Heft. 1892. S. 14.)

1428. Die Erdbebenkataloge enthalten so viele Berichte über Basler Beben, daß dieselben an diesem Orte keine Stelle finden können. Es mag genügen, in jedem Jahrhundert die wichtigeren Erdbeben namhaft zu machen; z. B. am 13. Dezember 1428 gegen Abend, das heftigste in diesem Jahrhundert. Es warf verschiedene Schornsteine zu Boden. — Ferner 1444 im November, 1454, 1470, 1492 und 1498. — (R. Langenbeck, a. a. O. S. 18 f.)

1514. Am 20. Januar; in Basel; 1522, 1523 drei heftige Erdstöße, 1524,

1529, 1533, 1537, 1538, 1540, 1548, 1565, 1569, 1571, 1574, 1576, 1577 und 1584. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 19 f.)

1610. Am 29. Nov. fand in Basel ein heftiges Erdbeben statt; leichtere Beben sind notiert: 1612, 1614, 1621, 1630, im Jahre 1650 wurden in Basel nicht weniger als 40 Erdstöße beobachtet, dann 1651, 1652, 1656, 1657, 1661, 1668, 1672, 1674, 1679, 1680, 1685 und 1691. (R. LANGENBECK, a. a. O. S 23 f.)

1711. In Basel (Kleinbasel besonders stark); ferner 1721, 1729, 1743, 1755 angeregt durch die Lissaboner Katastrophe; 1764, 1770, 1788, 1790, 1792 und 1796. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 32 f.)

1806. Erderschütterung in Basel; ferner 1813, 1830, 1836 (ein ganz lokales Beben), 1843, 1849, 1855 am 25. Juli 1^h p. m. vom Wallis aus; 1881, 1885, 1888 und 1890. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 45 f. und Nachtrag S. 370 f.) Die von mir angenommene Herdlinie **Basel—Thann** findet durch kleine dort auftretende Lokalbeben eine weitere Stütze. (Vgl. R. LANGENBECK, a. a. O., Nachtrag, S. 381.)

1879 Am 5. Dezember 2^h 32^m p. m. tat im **Basler Jura** das ganze Schüttergebiet einen einheitlichen Ruck. Die Stoßrichtung stimmte mit der Streichrichtung der Juraketten **WSW—ONO** überein und ging in dieser Richtung auch im Plateaujura weiter bis an den Schwarzwald. Das Schüttergebiet lag innerhalb des Polygons: Aarau, Frick, Schopfheim, **Basel**, Benken bei Basel, Hägendorf bei Olten. Das Beben wurde auch in Solothurn und in Badenweiler verspürt. Die Intensität hatte etwa den IV. Grad (FOREL-ROSSI). Der Herd lag bei **Basel**. (A. HEIM, Jahrb. des Tellur. Observ. zu Bern. 1880. S. VI.)

1898. Das Erdbeben vom 6. Mai 2^h 10^m p. m. ging von der Schweiz aus; in Baden betraf es nur den Rand des südlichen Schwarzwaldes bis in die Gegend von Freiburg i. B. Die Erschütterung erfaßte auch Basel, folgte den Randspalten und löste sich an diesen aus, ohne die Feldbergmasse zu erschüttern. Richtung SW—NO. Das Beben brach sich förmlich an der Schwarzwaldmasse. (v. KRAATZ-KOSCHLAU, Karlsruher Verh. XIII. S. 451—454.)

2. Für den Kaiserstuhl im Breisgau.

Unter Weglassung der Aufzeichnungen der älteren Erdbebenkataloge, welche den Kaiserstuhl oft nennen, geben wir hier nur einige neuere, gut beobachtete Erschütterungen, welche die Eigenart und Selbständigkeit dieses Erdbebenherdes in helles Licht setzen. Ich halte indessen auch die Kaiserstühler Beben für tektonische Strukturbeben, aus dem oben angeführten Grunde.

Die Grundfläche des Kaiserstuhls mißt etwa 180 qkm, der höchste Gipfel (Todtenkopf 559 m) erhebt sich 374 m über die Rheinebene. Das jetzige Kaiserstuhlgebirge ist nur der Rest eines oligozänen Vulkans, der aus teils radial verlaufenden, teils sich vielfach schneidenden Gängen von Basalten und Phonolithen besteht. Er bildet im Rheintal ein **eigenartig abgegrenztes Schüttergebiet.**

1879. Nach Wiegers fanden in den 20 Jahren 1879—1899 12 größere Beben statt, davon blieben 5 Beben fast ganz auf den **Kaiserstuhl**, 7 Beben aber im wesentlichen auf den Schwarzwald beschränkt. Diese Rheintalbeben zeigen also eine eigentümliche Beschränkung auf den Kaiserstuhl. Die eruptiven Gesteine des Kaiserstuhls greifen mit ihren Stielen tief hinab und die starren Eruptivgesteine sind gute Leiter für die Erdbebenwellen.

Bemerkenswert ist, daß im Kaiserstuhl das auf dem metamorphosierten Jurakalk liegende Schelingen viel weniger unter den Erdbeben zu leiden hat, als die übrigen auf vulkanischen Gesteinen liegenden Orte Achkarren, Bischoffingen, Kirchlinsbergen, Sasbach usw. (Fr. Wiegers, Karlsruher Verh. 13. 1900. S. 589.)

1882. Der vulkanische Gesteinskörper des südlichen Flügels erwies sich am 21. Mai auf der Linie „Neubreisach—Himmelberg" als Erdbebenherd für ein lokales Beben (Stärke III), dessen Ausdehnung einen Durchmesser von 20 km nicht überschritt. (A. Knop, Karlsruher Verh. IX. 1883. S. 40.)

1884. Ganz ähnlich zeigten sich die Verhältnisse bei dem lokalen Erdbeben im Kaiserstuhl am 24. Juni, abends 7 Uhr 31 Min. Das Schüttergebiet beschränkte sich auf eine Ellipse zwischen Herbolzheim und Neubreisach. Der Herd rückte vom Himmelberg aus nur wenig weiter nach Norden in die nähere Umgebung von Königschaffhausen. (A. Knop, Karlsruher Verh. X. 1888. S. 41—47.)

1886. Am 3. Januar, nachts 3 Uhr, ereignete sich ein drittes ganz ähnliches Erdbeben im Kaiserstuhl innerhalb eines Zeitraums von etwa 4 Jahren. Der Herd scheint etwa in der Gegend zwischen Riegel und Oberrotweil gelegen zu haben, jedenfalls hielt er sich innerhalb der Grenzen des Kaiserstuhls. Das Erschütterungsgebiet war sehr beschränkt und die Bewegungen des Bodens erreichten nur noch den Fuß des Schwarzwaldes bei Kenzingen. (A. Knop, Karlsruher Verh. X. 1888. S. 67—72.) — Bemerkenswert ist das Fortschreiten der Herde auf der Herdlinie Altbreisach—Riegel. 1882 lag der Herd beim Himmelberg, 1884 bei Königschaffhausen; 1886 nahe bei Riegel, d. h. die Herde schritten in der variskischen Strukturlinie SW—NO weiter.

1899. Am 14. Februar 4^h 59^m fand im südlichen Baden ein Erdbeben statt, das seinen Ausgang wiederum im Kaiserstuhl nahm und sich auf dessen Umgebung beschränkte. Erschüttert wurden 35 badische und 10 elsässische Orte. Es reichte im Osten bis an den Schwarzwaldrand bei Freiburg und Emmendingen; im Westen nicht ganz bis Kolmar, südlich nur bis Hartheim und nördlich bis Herbolzheim. Das Gebiet stärkster Erschütterung lag diesmal im westlichen Kaiserstuhl auf der Linie **Altbreisach—Burkheim—Sasbach**; hier wurden Kamine umgestürzt, Mauern bekamen Risse und die Leute wurden auf das äußerste erschreckt; es zeigte sich also der 4. Grad der Intensitätsskala; Dauer 2—4 Sekunden. Am Rheinufer bei **Burkheim** entstand sogar eine 25 m lange und 0,3 m breite Spalte im Boden. Es war seit 20 Jahren das stärkste Beben im Kaiserstuhl. Die Bewegungsrichtung O—W und W—O herrschte vor, je von der Herdlinie aus. (Fr. Wiegers, Karlsruher Verh. 13. 1900. S. 577—589.)

3. Für Straßburg.

Straßburg ist seit alten Zeiten wohlbekannt als Erdbebenherd und als seismisch besonders empfindsamer Ort. Mit Recht hat

daher auf Anregung von Prof. GERLAND die deutsche Regierung hier eine **Erdbebenwarte** (im Universitätsgarten) begründet. Die Kaiserlich Deutsche Hauptstation für Erdbebenforschung (Schwarzwaldstraße 10) ist daraus hervorgegangen und im gleichen Hause hat das Internationale seismologische Zentralbureau seine Heimstätte gefunden, welches im Jahre 1903 gegründet wurde und die Erkenntnis der Seismizität der Gesamterde zu pflegen hat.

Die Regsamkeit des Untergrundes bei Straßburg hat sich auch in neuester Zeit wieder betätigt durch Lokalbeben, welche oft kaum 12 qkm erschüttert haben. Der Grund davon liegt in dem zerstückelten Trümmerbau der Tiefen des Rheintals und in seiner Lage nahe der **Mittelspalte** Altbreisach—Straßburg und Straßburg—Kandel. Dieser tiefste Riß zwischen Vogesen und Schwarzwald wurde schon von A. KNOP bei dem Beben vom 24. Juni 1880 als **Herdlinie** angenommen (Karlsruher Verh. IX. Bd. S. 9), später aber als unwahrscheinlich erklärt. Die von der Schwarzwaldspalte bei Lahr ausgehenden kleineren Beben lösen sich aber regelmäßig an dieser Spalte aus; d. h. jenseits des Rheins finden sich keine erschütterten Orte. Die Mittelspalte des Rheintals ist also durch den Verlauf dieser Beben tatsächlich nachgewiesen. — Endlich kommt für Straßburg noch seine Lage vor dem riesig zerstückelten Bruchfeld von Zabern in Betracht.

Unter allen Orten am Rhein tritt daher auch keiner häufiger als Ausgangspunkt von Erdbeben auf, als Straßburg. R. LANGENBECK hat in seinem Erdbebenkatalog (Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen I. Heft, Stuttgart 1892, S. 104) für Straßburg **62 Erdbeben** nachgewiesen. Von diesen sind aber fast die Hälfte, nämlich 28, aus anderen Gegenden nach hier fortgepflanzt worden, von den übrig bleibenden 34 dagegen läßt sich teils mit absoluter Sicherheit, teils wenigstens mit sehr großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie von der allernächsten Umgebung von Straßburg ihren Ausgang nahmen. Zwei Drittel von diesen bodenständigen Beben fallen in das 19. Jahrhundert. In früheren Zeiten waren folgende Erdstöße die heftigsten: am 17. September 1357, am 30. September 1669, am 3. August 1728 und am 8. November 1802. — Merkwürdig ist, daß die Straßburger Stöße am Schwarzwaldrand (bei Offenburg, Achern usw.) kräftige Erschütterungen hervorbringen, während die gegenüberliegenden Vogesenspalten öfters völlig in Ruhe verharren.

Als Muster für die Art und Weise der kleinen Straßburger

Lokalbeben greifen wir einige Stöße aus den Jahren 1903 und 1906 heraus, deren Kenntnis wir Herrn Dr. A. Sieberg verdanken:

1906. Am 6. Mai, $7^1/_4{}^h$ p. m. wurde in **Straßburg** und Umgebung ein leichtes, wenige Sekunden andauerndes Erdbeben verspürt. Neben Berichten aus der östlichen Hälfte von Straßburg selbst liegen der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg solche vor aus den im Norden gelegenen Vororten, sowie aus dem rechtsrheinischen, badischen Gebiet bis auf eine Entfernung von 11 km hin. Die aus dem Seismogramm berechnete wahre horizontale Bodenschiebung machte beim größten Ausschlage rund 1 hundertstel Millimeter aus.

Erfahrungsgemäß wird die Straßburger Gegend häufig von leichten Erdbeben lokalen Charakters betroffen. Schon einmal in diesem Jahre, am 22. Januar 1906, 9^h 30^m p. m. gelangte ein Erdbeben 3.—4. Grades zur Beobachtung, worüber aus dem ganzen Stadtgebiete und den in nächster Nähe rund herum gelegenen Ortschaften Berichte vorliegen; ein Übergreifen der Bewegung auf das rechtsrheinische Gebiet hatte demnach in diesem Falle nicht stattgefunden.

Statt einer langen Liste sei hier noch des Straßburger Erdbebens vom 24. April **1903**, 7^h 13^m p. m. Erwähnung getan, dessen Schüttergebiet sich sowohl nach Süden wie nach Osten 7 km, nach Norden 4 km weit ausbreitete. (A. Sieberg, Handschriftlicher Erdbebenkatalog.)

4. Für Kandel. (Karlsruhe.)

Der Erdbebenherd **Kandel** (Langenkandel, in der Südostecke der Bayerischen Pfalz) liegt am Rande der Hochterrasse des Rheintals, 17 km nordwestlich von Karlsruhe. Er hat in den letzten Jahrzehnten wiederholt besondere Aufmerksamkeit in Baden, Bayern und Württemberg erregt, weil kräftige Stöße von hier ausgingen, welche sich weithin verbreiteten, bis hinein ins Herz Schwabens. Unterhalb von Kandel dürfte das zusammengebrochene Rheintalgewölbe besonders in NW-Richtung zerstückelt sein. Hier liegt der nordöstliche Abbruchrand des Schwarzwaldes in der Tiefe, auf diesen Punkt zielen auch die herzynischen Filderspalten vom Schönbuch und Schurwald aus. Hier liegt offenbar eine Herdlinie: Grötzingen—**Karlsruhe**—**Kandel**—Klingenmünster. Zur Begründung derselben geben wir im Nachstehenden einige Einzelschilderungen:

1737. Die Herdlinie mit dem Zentrum **Karlsruhe** hat schon im Mai des Jahres 1737 höchst merkwürdige Erderschütterungen hervorgebracht. In dem Zeitraum vom 11.—28. Mai d. J. wurden in Karlsruhe nicht weniger als 67 stärkere und zahlreichere schwächere Stöße gespürt. Mehrere Schornsteine stürzten ein. Am 22. Mai 10^h 40 p. m. war das Beben so stark, daß viele Leute vor Schreck aus den Häusern fliehen wollten. — (R. Langenbeck, a. a. O. S. 34 f.)

Wir verdanken den eingehenden Studien der Badischen Erdbebenkommission für die letzten Jahrzehnte neue wertvolle Aufschlüsse über diesen Erdbebenherd

1880. Am 24. Januar 7^h 41^m p. m. ging ein rheinisch-schwäbisches Erdbeben von **Kandel** aus. Diese Erderschütterung gab Veranlassung zur Gründung einer Erdbebenkommission in Karlsruhe. G. WAGNER sammelte das Beobachtungsmaterial; L. SOHNCKE suchte daraus ein übersichtliches Bild des ganzen Ereignisses zu gewinnen; W. JORDAN diskutierte die vorliegenden genaueren Zeitangaben und A. KNOP untersuchte die Erscheinung nach ihrer wichtigsten Seite, der geognostischen. Aus 231 Orten konnten Nachrichten erhalten werden, darunter 70 verneinenden Inhalts. Mit Hilfe der letzteren hat sich der Verbreitungsbezirk des Erdbebens mit bemerkenswerter Schärfe feststellen lassen. Es zeigten sich zwei getrennte Gebiete stärkster Erschütterung, nämlich: 1. die Südostecke der Pfalz bei Kandel, nebst dem benachbarten badischen Gebiete, 2. ein kleineres Gebiet auf dem Schwarzwald unweit Herrenwies. Nur im ersteren wurde von einigen Orten gemeldet, die Erschütterung habe in vertikalen Stößen (Stärke IV) bestanden, woraus hervorging, daß der eigentliche **Erdbebenherd** unterhalb der Gegend von **Langenkandel**, Neupfotz, Rülzheim und Billigheim lag. Dort hörte man auch im Freien ein unterirdisches „Gerumpel". Im ganzen umfaßte das Schüttergebiet etwa 6000 qkm und erstreckte sich bis Zweibrücken einerseits, bis Stuttgart und **Steinheim** anderseits. — (A. KNOP, Verh. des Naturw. Vereins in Karlsruhe. 8. Heft. 1881, S. 197 f., und H. ECK, Zeitschr. der Deutsch. Geol. Gesellsch. 38. 1886.)

M. HAID hat festgestellt, daß die kurz vor und nach dem Erdbeben vom 24. Januar 1880 ausgeführten Nivellements auf der Strecke Straßburg—Appenweier **Höhenänderungen** nachweisen. Ebenso zeigten sich auf der Strecke Basel—Konstanz Widersprüche zwischen den beiden Nivellements der Jahre 1881 und 1903. — Derartige Tatsachen festzustellen, dürfte künftighin ein wichtiger Zweig der Geophysik sein. — (Verh. des naturw. Vereins Karlsruhe. XVI. 1902—1903. S. 20.)

1903. Am 22. März 6^h a. m. ging von **Kandel** der Hauptstoß eines Dislokationsbebens aus, welcher 4 Sekunden dauerte. Nachmittags 2 Uhr folgte ein Nachbeben, dem noch an 5 weiteren Tagen 5 Stöße und bis zum 22. Juli viele Nachbeben folgten; 4 Vorbeben waren in den Wochen vor dem 22. März vorangegangen. — SCHWARZMANN soll konstatiert haben, daß vor dem Beben horizontale Lager nach demselben eine Neigung von 0,268—0,472 Bogensekunden gezeigt haben. (F. DE MONTESSUS DE BALLORE, Les tremblements de terre. Paris 1906. S. 82.) Es zeigte sich hiebei die Stoßlinie **N 66° W** Karlsruhe—Wörth—Kandel—Winden und eine Nebenachse: **N 60° O** Weißenburg—Rheinzabern. Im Zentrum Kandel stürzten Kamine ab und zeigten sich Risse im Verputz der Mauern; sonst lief alles ohne Schaden ab. — Als Grund ist anzunehmen: Fortgang der Senkungsbewegungen im oberrheinischen Gebirgssystem, genauer: **Nachsinken der Rheinebene.** (Verh. des naturw. Vereins Karlsruhe. 18. Bd. Karlsruhe 1905. S. 205—225. H. LEUTZ, Die süddeutschen Erdbeben im Frühjahr 1903. Ferner: J. REINDL, Das Erdbeben am 22. März 1903 in der Rheinpfalz. Bayer. Geogn. Jahreshefte. XVI. 1903.)

5. Für Großgerau.

Die tiefste Einsenkung der Rheinebene scheint in der Linie von Großgerau—Trebur zu liegen. Es ist anzunehmen, daß hier

in sehr junger Zeit noch tektonische Bewegungen vor sich gegangen sind und noch vor sich gehen. Einmal sprechen dafür die wiederholten Erdbeben in der Rheinebene zwischen Odenwald, Vogelsberg und Hardt, bei denen die **Gegend von Großgerau als Zentrum** erkannt wurde. Sie sind als Folge von Bewegungen aufzufassen, die von neuem an den Verwerfungsspalten des Rheintals vor sich gegangen sind. Dann weisen die Richtungen der Grundwasserströmungen und auch die des oberflächlichen Wasserabflusses bei Mainhochwasser nach Süden, auf eine junge Senkung in jenem Gebiete hin. (Vgl. A. Steuer, Erläut. zur geol. Karte 1 : 25 000; Bl. Großgerau S. 5.)

1869 bis 1871. In diesen Jahren gingen ungezählte Stöße von dem Erdbebenherd **Großgerau** aus. Das früheste Beben trat ein am 12. Januar 1869, 12^h p. m. und begann offenbar an der Odenwaldspalte Darmstadt—Heppenheim; es waren drei von O nach W gleichlaufende Wellen, Stöße vom Grad III. Die heftigere Periode der Erdbeben mit dem Herde bei und unter **Großgerau** beginnt mit dem 30. Oktober **1869** und reicht in die Monate Oktober, November, Dezember 1869 und Januar 1870. In dieser Zeit erfolgten die „Bebungen" in oft sehr kurzen Zeiträumen zahlreich hintereinander; sie riefen meist ein von SW nach NO gerichtetes wellenförmiges Schwanken des Bodens hervor und waren meist mit einem donnerähnlichen Getöse in den Tiefen verbunden. An Gebäuden entstand kein Schaden, das erschütterte Gebiet war im Anfang klein und beschränkte sich auf das Mainzer Becken und den Odenwald. — Schon am 1. November 1869 trat aber 11^h 50^m p. m. ein Stoß auf, der einen Kreis von 122 km Radius erschütterte, rings um Großgerau; dieser Stoß erschütterte auch Heilbronn und Stuttgart. — Einzelne Stöße pflanzten sich im Rheintal weit hinab fort bis Koblenz, Bonn und Köln. An der Taunuslinie Bingen—Frankfurt brandeten die Stöße sehr kräftig an, lösten sich aber auch aus. Schwächer geschah dies auch an der Hardtspalte bei Dürkheim a. d. Hardt und an den Odenwaldspalten. Am 2. November 1869 stürzte in Großgerau eine Anzahl von Schornsteinen ein; die Bevölkerung wurde dadurch so mit Furcht und Schrecken erfüllt, daß sie wochenlang in Nebengebäuden und Schuppen übernachtete. Es kam aber zu keinem größeren Schaden und am 30. Juli 1871 fand die Großgerauer Erdbebenperiode ihren friedlichen Abschluß. — Bemerkt mag noch werden, daß sich im Jahre 1871 der Herd von Großgerau nach **Lorsch** und später in den **Odenwald** hinein verlegt hat. — (A. Steuer, Erläut. zur Geol. Karte des Großh. Hessen in 1 : 25 000. Blatt Großgerau. Darmstadt 1905. — J. Nöggerath, Die Erdbeben im Rheingebiet in den Jahren 1868, 1869 und 1870. Verh. des naturhist. Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens. XXVII. Jg. Bonn 1870. — F. Dieffenbach, Plutonismus und Vulkanismus in der Periode von 1868 bis 1872 und ihre Beziehungen zu den Erdbeben im Rheingebiet. Darmstadt 1873. — Festschrift der höheren Bürgerschule zu Großgerau: Das große Erdbeben von 1869—1871. Großgerau 1904. S. 68. — Zusammenfassend: R. Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. I. S. 63—72.)

VII. Die Erdbebenherde des Schwarzwaldes und des Odenwaldes.

a) Der Aufbau dieser Gebirge.

Das Mittelrheintal ist gegen Osten hin begrenzt von den beiden stattlichen Gebirgszügen Schwarzwald und Odenwald. Zwischen beiden klafft eine weite Gebirgslücke, die „Kraichgauer Senke", in welcher bei Langenbrücken der Jura in das Niveau der Rheintalfläche (110 m u. d. M.) abgesunken ist.

Der südliche Schwarzwald gruppiert sich um die aus Gneis aufgebaute Feldbergmasse (Feldberg 1493 m ü. d. M.), welche durch die mittelkarbonische Faltung in steile Falten gelegt wurde, die in der Richtung **SW—NO** streichen. In gleicher Weise sind die Faltenzüge der Gneisformation der „Hünersedelmasse" (Hünersedel 744 m) angeordnet, welche zwischen Waldkirch und Oppenau nach der Schnur in **N 43° O** sich erstrecken. Dieselbe variskische Strukturlinie beherrscht auch den Bau der **Granitmassive**, welche zur mittleren Steinkohlenzeit als Tiefengesteine emporgepreßt wurden; so insbesondere das „Hornisgrindemassiv" des nördlichen Schwarzwaldes, dessen südöstliches Salband auf der Linie Berghaupten—Schönmünzach—Liebenzell verläuft, während die Nordgrenze von der Linie Gernsbach—Herrenalb gebildet wird. Ferner folgt das „Triberger Granitmassiv" der variskischen Struktur, gleich den beiden Granitstöcken von Wittichen und von Schapbach. Von Todtmoos bis gegen Villingen hin halten sich die „Granitmassive von Schluchsee und Hammereisenbach" wieder in der Richtung **N 40° O**. Auch diese Intrusionen beherrscht die richtende Kraft der variskischen Strukturlinie. — Dagegen ist das „Blauenmassiv" ganz und gar (nachträglich?) von der alpinen Faltungsrichtung W—O beeinflußt, wie im Norden die Faltung der Schichten des Kulm, im Süden der Abbruch an der Dinkelbergspalte lehren. — Der Schwarzwald ist ein „Halbhorst", denn sein kristalliner Kern ist von Basel über Waldshut nach Donaueschingen, Horb und Pforzheim bis nach Durlach von einem Mantel triassischer und jurassischer Sedimente — dem Deckgebirge — umlagert, der nach Osten hin nicht zerrissen ist. Diese „Hüllmassen" bedeckten einst auch die jetzigen höchsten Gebirgsteile, ehe die Abtragung den Gebirgskern bloßlegte. — Die Störungen in der Hüllmasse des Schwarzwaldes sind herzynische, etwa die Richtung **N 45° W** ein-

haltende Verwerfungen; so im Dornstetter Grabeneinbruch bei Freudenstadt, so in den Filderspalten des Schönbuchs.

Das Grundgebirge des Schwarzwaldes besteht also vorwiegend aus kristallinen Schiefern, in welchen vier große Granitmassive aufsetzen. An ihrer nördlichen Grenze stoßen die südlichen Granitmassive zumeist an eine 4 km breite Zone von Grauwacken, Schiefern und Konglomeraten des Kulm; die Kulmzone verläuft in einem stark dislozierten Zuge von Badenweiler über Schönau bis Lenzkirch. Das Streichen der Kulmschichten richtet sich im allgemeinen nach Ost und von Präg an nach NO; ihr Einfallen ist ein steiles 70—80° und dabei ein gleichförmiges.

Unterbrochen wird das Gneisgebiet der Feldbergmasse im Münstertal durch mächtige Stöcke und Gänge von Quarzporphyr, die auch im Granit, in den Kulmgrauwacken oberhalb vom Schluchsee bei Lenzkirch und in den südlichen Gneisgebieten, zu beiden Seiten des oberen Wehratales bei Todtmoos und Hornberg, im Vorwald bei Laufenburg und Hauenstein und im oberen Albtale unterhalb St. Blasien aufgestiegen sind. — Auch im mittleren und nördlichen Schwarzwald hat zur Zeit des mittleren Rotliegenden der Quarzporphyrerguß die Gneise und Granite in gleicher Weise durchbrochen und verkittet.

Am Südrande des Schwarzwaldes füllen die niedergesunkenen Sedimenttafeln des Dinkelberges den ganzen Raum zwischen dem Granitstock des Blauen und dem Gneisgebiet des Vorwaldes bei Säckingen.

Eine kräftige Decke von Buntsandstein lagert sich im Osten abweichend auf die Falten des Grundgebirgs und auf die Granitstöcke; stellenweise auch auf Rotliegendes. Dieser Mantel verstärkt sich von Süd nach Nord und ostwärts immer mehr (15—450 m), senkt sich von den Hochflächen hinab ins Schwäbische Becken und nordwärts in die Kraichgauer Senke.

In dem kristallinen Teil des **Odenwaldes** liegt wiederum ein Stück des variskischen Rumpfgebirges offen am Tage. Der nordöstlich gerichtete Faltenwurf herrscht hier in ausgesprochenster Weise. So z. B. in der Richtung **N 57° O**, welche die Falten der altpaläozoischen Schiefer bei Lindenfels einhalten und in den kontaktmetamorphen Salbändern der mittelkarbonischen Granit- und Dioritintrusionen, welche in gleicher Richtung streichen. — Aber auch die tertiäre alpine Süd-, Nord- und West-Ost-Richtung durchtrümert neben dem permischen Quarzporphyrerguß dieses Gebiet. Die

Rheintalspalte ist ebenfalls im wesentlichen meridional gerichtet. — Als Hüllmasse schließt sich im Osten in mächtiger Ausbildung (bis 600 m) die Buntsandsteinformation des „Sandsteinodenwaldes“ als eine Decke an, welche stark durchsetzt ist von Süd—Nord streichenden jungen alpinen Verwerfungen und Gräben. Im „Michelstadter Graben“ ist noch eine Scholle des Muschelkalks der Abtragung entgangen.

b) Die Erdbebenherde.

Die große Abbruchspalte gegen das Rheintal ist auf der ganzen Strecke zwischen Kandern und Darmstadt eigentlich eine einzige langgestreckte Herdlinie, aber die gebirgsbildenden Kräfte treten in der Regel nur auf einzelnen Teilstrecken hervor.

In unseren Tagen ist die Schwarzwaldspalte bei **Freiburg** die regsamste, wie aus den nachstehenden Belegen hervorgeht. Sie liegt dem Kaiserstuhl gegenüber und begrenzt auf der Strecke Kandern—Waldkirch die Feldbergmasse gegen die „Freiburger Einsenkung“ im Breisgau.

Weiterhin ist **Lahr** (Diersburg) als ein Erdbebenherd zu nennen, der in den letzten Jahrzehnten die Erdbebenkommissionen öfters beschäftigt hat. Das aus Buntsandstein aufgebaute „Bruchfeld von Lahr“, das zwischen Emmendingen und Diersburg das Rheintal begrenzt und von der kristallinen „Hünersedelmasse“ durch eine tiefe Bruchlinie geschieden ist, scheint noch immer im Sinken begriffen zu sein und erweist sich Straßburg gegenüber als eine unruhige Nachbarschaft.

Der wichtigste Erdbebenherd im Innern unseres Doppelgebirges liegt im hohen Schwarzwald auf der Südseite der Feldbergmasse in der Herdlinie: Todtnau—**Titisee**—Neustadt oder wohl genauer: **Präg**—Menzenschwand—**Lenzkirch**, oder vielleicht ganz genau in dem nordwestlichen Salband des Schluchseer Granitmassivs, welches teils an aufgerichtete Kulmschichten, teils an Gneisfalten stößt. In dem Winkel bei Präg kreuzt sich das West—Ost ziehende Blauensystem mit dem SW—NO gerichteten variskischen Schluchseemassiv. Daß hier, bei den noch heute fortdauernden tangentialen Schiebungen aus **SO** besonders häufig Brüche, d. h. Erdbeben entstehen müssen, scheint sehr erklärlich. In der Tat sehen wir mehr als die Hälfte aller Schwarzwaldbeben von dieser Herdlinie ausgehen.

Am Westhange des nördlichen Schwarzwaldes regt sich noch öfters die zwischen Freudenstadt und Dornstetten gelegene „**Dorn-**

stetter Grabenscholle", welche zwischen herzynischen Spalten gelegen, ihre Ruhelage noch nicht ganz gefunden hat.

Der nördliche Schwarzwald verhält sich an seinem Westrande derzeit ziemlich ruhig. Dagegen ist die **Odenwaldspalte** Heidelberg—Darmstadt, der Bergstraße entlang, zeitweise recht beweglich gewesen.

c) Belege und Literaturnachweise.

1. Für die Freiburger Schwarzwaldspalte.

(Herdlinie: Kenzingen—Freiburg—Staufen—Badenweiler—Kandern.)

1883. Die im Schwarzwald so häufigen Erderschütterungen nehmen ihren Ausgang häufig an der obengenannten großen Verwerfungsspalte zwischen Rheintal und Schwarzwald. J. H. Kloos hat dies erstmals wahrscheinlich gemacht bei der Untersuchung des Erdbebens im Badischen Oberlande und Oberelsaß am 24. Jan. 1883, $5^h\ 25^m$ morgens. „Die **Senkung** dürfte im Gebiet der sedimentären Gebirgsschollen an der ganzen Spalte, von Keppenbach im Norden bis Kandern im Süden, stattgefunden haben, wenn dieselbe auch unmittelbar bei **Freiburg** am bedeutendsten gewesen sein mag." Der Vergleich der Zeitangaben von Freiburg, Buchholz und Ottenhöfen ergibt ein gleichzeitiges Eintreffen des Erdbebens an diesen drei Orten (vergl. Haid, a. a. O. S. 48), spricht also deutlich für eine **Herdlinie.** Bekanntlich sind die Trias- und Juratafeln in der Rheinebene wenigstens um 2500 m zwischen den höchsten Teilen von Schwarzwald und Vogesen von der Tertiärzeit an bis jetzt niedergesunken (R. Lepsius, Oberrhein. Tiefebene, S. 91 und Karlsruher Verh. Bd. X. 1888, S. 21—53). Diese Bewegungen nehmen also auch in unseren Tagen noch ihren Fortgang.

1887. Am 23. Februar, $3^h\ 50^m$ morgens, wurde Günterstal bei Freiburg lokal erschüttert. Das Getöse kam vom Berge her und pflanzte sich gegen NW weiter fort. (Karlsruher Verh. X. 1888, S. 126.)

1891. Das Gebiet, welches am 17. November 1891 abends $6^h\ 23^m$ erschüttert wurde, umfaßt hauptsächlich den Kaiserstuhl, den Tuniberg, sowie das Vorberggebiet der Schönberg—Hochfirstgruppe bei Freiburg und dasjenige von Sulzburg bis hinauf nach Kandern. Der Herd des Bebens lag nach E. Böse jedenfalls in der geologischen Mulde zwischen Tuniberg und Schönberg (südwestlich von Freiburg). Es erfolgten 2—3 Stöße innerhalb einiger Sekunden, die Bewegung schritt von O nach W. Aus Kandern wird ein vertikaler Stoß gemeldet, während in **Ehrenstetten** „Tische und Stühle tanzten"; ein rollendes Geräusch begleitete den Stoß. Daß der tektonische Aufbau von großem Einfluß auf die Verbreitung der Erschütterungen ist, hat sich bei diesem Beben besonders schön erkennen lassen. Der größte Teil des betroffenen Gebietes fällt in die Rheinebene. Die durch die östlichste große Verwerfung vom Schwarzwaldmassiv getrennten Vorberge bestehen südlich von der Freiburger Einsenkung aus Trias, Jura und oligozänen Konglomeraten, welche steil gegen das Rheintal hin einfallen, am Tuniberg aber sich wieder herausheben. Die Ursache des Erdbebens ist nach E. Böse, Karlsruher Verh. XIII. 1900, Abh. S. 421—447 ganz klar: „Die Scholle von Sedimentärgesteinen, welche den Tuniberg und die Schönberg—Hochfirstgruppe zusammensetzen, hat sich bewegt und zwar hauptsächlich in ihrem südlichen Teil; die Bewegung ging zwischen den Bruch-

linien Heitersheim—St. Katharina und **Sulzburg—Freiburg** vor sich. Hier fanden sich alle günstigen Bedingungen, da vor allem Treppenabbrüche vorhanden sind. Den weichen Schichten des Oligozäns schreibt Böse eine den Stoß verstärkende Wirkung zu. Im Westen erreichte diese gut beobachtete Bodenbewegung kaum noch den Rhein-Rhone-Kanal.

2. Für Lahr—Diersburg.

1574. Am 30. Juli? wurde **Offenburg** so erschüttert, daß die Stadtmauer erheblich beschädigt wurde. (R. Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. Heft I. 1892. S. 21.)

1886. H. Eck berichtet eingehend über einen von Ost nach West zuckenden Erdstoß, der am 7. Juni abends 9 Uhr 55 Min. die Vorbergszone bei Lahr und die Rheinebene bis Straßburg erschütterte. Herdlinie war entweder die Verwerfungslinie Diersburg—Steinfirst oder diejenige Lahr—Diersburg. In den Schwarzwald hinein drang der Stoß nicht weit; dagegen erreichte er am Vogesenrand Barr. Die Bruchlinie Diersburg—Steinfirst scheidet das kristalline Grundgebirge von einer abgesunkenen Buntsandsteinscholle. Zwischen der Rheintalebene und den Buntsandsteinschollen der Vorberge verläuft die Hauptverwerfung Lahr—Diersburg im Gebiete des Lößvorlandes. Der mutmaßliche Grund des Bebens ist nach H. Eck die Verschiebung einer unterirdischen Gesteinsscholle zwischen Oberschopfheim, Niederschopfheim und Diersburg und ein gleichzeitig erfolgtes Absitzen des Gebirgsstücks zwischen den genannten Bruchlinien längs derjenigen, welche von **Diersburg über den Steinfirst** und Weiler nach Dautenstein verläuft. Der erste Anstoß erfolgte dem Einfallen der Bruchlinien entsprechend in nordwestlicher Richtung. (Karlsruher Verh. X. 1888, S. 73–103.)

1886. Am 9. Oktober, abends 6^h 20^m, sind wiederum im **Lahrer** Bezirk einige Erdstöße beobachtet worden, welche 5—6 Sekunden anhielten und gleich dem Beben am 7. Juni desselben Jahres einige Teile der Rheinebene und die angrenzenden Orte des Schwarzwalds erschütterten. Die Berichte sind lückenhaft. Doch scheint auch diesmal ein Gebirgsstück unter den Alluvial- und Diluvialablagerungen der Rheinebene an der Bruchlinie Diersburg—Lahr die Erschütterung veranlaßt zu haben. (H. Eck, Karlsruher Verh. X. 1888, S. 104—116.)

1897. Am 19. Januar, 11^h 3^m abends, wurde die Umgebung von **Lahr** durch einen Stoß vom Grade 2 erschüttert. Das betroffene Gebiet ist relativ klein; das Erdbeben also ein lokales zu nennen. Die Grenzen des Gebietes der Erschütterungen reichten im Norden und Nordosten bis zur Kinzig, südwestlich bis Schweighausen und westlich bis Ettenheim; bemerkenswerterweise machten die Erschütterungen nicht an der Rheinebene Halt, sondern dehnten sich noch in dem ganzen Bezirke zwischen Offenburg und Ettenheim mit westlicher Erstreckung bis zum Rheine hin aus. Die Auslösung der Stöße ist also in einer Spalte unter dem Rheine erfolgt; das Vorhandensein einer **Medianspalte** ist somit für die Strecke Limburg—Kehl nachgewiesen. Wie am 7. Juni 1886 ist eine Verschiebung der Gebirgsschollen anzunehmen, und zwar hat sich wohl wiederum dasselbe Gebirgsstück zwischen Oberschopfheim—Niederschopfheim und Diersburg bewegt, ist also als Erdbebenherd verantwortlich zu machen.

Die vorwiegend aus Buntsandstein bestehenden Einbruchschollen von **Lahr** sind von starken Verwerfungen eingeschlossen und durchsetzt. Sie bebten

auch am 7. Juni 1886, 9. Oktober 1886, am 11. Juni 1887 und am 19. Januar 1897 und beurkundeten damit, daß hier ein noch in Bewegung begriffenes selbständiges Bruchgebiet vorliegt. Es sind die noch immer andauernden Äußerungen des Einsinkens und des Zusammenbruchs des gewaltigen Grabens, der Schwarzwald und Vogesen trennt. (K. FUTTERER, Karlsruher Verh. XIII. 1900, Abh. S. 342—348.)

3. Für Titisee. (Hochfirst bei Neustadt.)

(Herdlinie: **Präg—Hochfirst—Neustadt.**)

1885. Von **Präg** gehen zahlreiche Erderschütterungen aus. A. KNOP hat das Material gesammelt für ein am 21. April, $4^1/_2{}^h$ nachmittags, in und bei Todtmoos und Menzenschwand beobachtetes leichtes Erdbeben. Richtung NO—SW. (Vergl. Karlsruher Verh. X. Bd. S. 62—67.) Die Bewegung der Gebirgsteile dürfte hier auf der Grenze Kulm—Granitmassiv—Gneisscholle stattgefunden haben; nordöstlich von Präg.

1887. Am 6. Januar, nachts $11^h\,30^m$, wurde auch ein schwaches Beben beobachtet auf der Linie Wies—Todtnau, wo wiederum Bewegungen in oder an der **Kulmzone** erfolgt zu sein scheinen. Bewegung Südwest—Nordost fortschreitend. (Karlsruher Verh. X. 1888, S. 125.)

1895. Das Erdbeben vom 13. Januar, $5^h\,20^m$ nachmittags, erschütterte den ganzen südlichen Schwarzwald bis zum Parallel von Triberg, griff aber weder ins Rheintal noch sonst in die Umgebung weiter hinaus. R. LANGENBECK hat die Tatsachen sorgfältig zusammengestellt in den Karlsruher Verh. Bd. XI, 1896, S. 412—466. Er konnte die oben genannte Herdlinie am Südostabhang des Feldbergmassivs als Ausgangslinie des Bebens feststellen, also im wesentlichen die Grenzfläche zwischen der großen Gneisscholle und dem Schluchseer Granitmassiv. An den Randspalten löste sich ziemlich stark der Stoß ringsum aus, er war von einem donnerartigen Geräusch begleitet. „Zuerst ein unterirdisches Rollen und Getöse in der Erde, dann ein Ruck.“ Das Fortschreiten der Bewegung erfolgte nach SW und nach NO. — Am 21. April 1885 zeigte das Beben ganz ähnliche Verhältnisse.

1896. Das Erdbeben vom 22. Januar, $12^h\,50^m$ morgens, hat eine sehr große Analogie mit demjenigen vom 13. Januar 1895 und eine entferntere mit demjenigen vom 21. April 1885. Dem Hauptbeben folgten am 22. Januar mehrere Nachbeben. Es rief durch die Stärke des Auftretens (V.—VI. Grad der FOREL-ROSSI'schen Skala) an vielen Orten Beunruhigung hervor. Es wird als das stärkste bezeichnet, das seit Menschengedenken aufgetreten sei. (VI. Grad.) Die Dauer des Ganzen betrug etwa 5 Sekunden: „Zuerst donnerartiges Getöse, hierauf zwei kurz aufeinanderfolgende Stöße, hierauf wieder Getöse.“ Das Erschütterungsgebiet umfaßte den ganzen Schwarzwald, im Osten bis zu der Linie Donaueschingen—Hornisgrinde. Aus dem ganzen unteren Murgtal sind keine Berichte eingegangen; in Württemberg reichten dagegen die Erschütterungen nördlich bis Hall. Die Rheinebene wurde nicht erschüttert. Die am stärksten betroffenen Orte liegen zwischen **Neustadt—Lenzkirch** und **Titisee.** (Umfallen von Blumentöpfen, Stehenbleiben von Uhren und Risse an den Innenwänden von Häusern.) (K. FUTTERER, Karlsruher Verh. XIII. 1900, Abh. S. 1—195.)

Nach FUTTERER liegt der Erregungsort ziemlich tief unter einem epizentralen Gebiete, das die Umgebung von Titisee—Neustadt—Lenzkirch umfaßt. „Geologisch ist dieses Gebiet durch sehr komplizierte Lagerungsverhältnisse paläozoischer

Formationen, durch mächtige Porphyrmassen, Granite mit dynamometamorpher Struktur und Gneis charakterisiert; der Herd des Erdbebens liegt unter einem geologisch sehr gestörten Gebiete, das in alter geologischer Zeit auch der Sitz starker vulkanischer Tätigkeit war.“ Die vom epizentralen Gebiete radial ausgehenden Bewegungen werden an den Rheintalverwerfungen ausgelöst und in meridionale Richtung abgelenkt. An diesen Bruchspalten treffen wir deshalb eine größere Anzahl stärker betroffener Orte. Die Bewegungen in der Nähe des Epizentrums waren Stöße, in den weiter entfernten Gebieten sind sie Wellenbewegungen. — Futterer will der Grenzfläche zwischen den Gneisfalten des Grundgebirgsstocks und dem Schluchsee—Hammereisenbacher Granitmassiv die Rolle einer eminenten tektonischen Linie nicht ohne weiteres zugestehen; immerhin dürfte als sicher anzunehmen sein, daß hier die gebirgsbildenden Kräfte in der Richtung **N 40° O**, d. h. in der variskischen Strukturlinie wie in alten Zeiten arbeiten. Genaueres wird späterhin die geologische Detailaufnahme ans Licht bringen.

1898. Am 13. Januar, $3^h\ 14^m$ a. m., fand nahe dem bekannten Herd ein ganz lokales schwaches Erdbeben statt. Diesmal wurde nur ein Gebiet von 8 km Radius erschüttert. Es war ein Stoß von 2 Sekunden Dauer, begleitet von donnerähnlichem Rollen; Stärkegrad 4. Der Herd lag wiederum in der Nähe des Titisees, ganz wie am 22. Januar 1896. (v. Kraatz-Koschlau: Karlsruher Verh. XIII. 1900, S. 448—451.)

1901. Am 24. März $4^h\ 23^m$ a. m. beunruhigte ein Erdbeben vom Intensitätsgrad 3 den südlichen Schwarzwald und die Einbruchscholle des Dinkelberges. Der Herd lag bei **Lörrach**. „Sehr stark wurden die Orte längs der Rheintalspalte getroffen.“ Im Norden reichte die Bodenbewegung bis Furtwangen. Im Blauenmassiv (Granit) hatten die Wellen die Richtung W—O; im Schluchseemassiv (variskisch) wurde dagegen SW—NO beobachtet. Vom Blößling und Oberwihl pflanzte sich die Bewegung über Schluchsee und Neustadt nach Hammereisenbach und Unterkirnach fort. (M. Reichmann, Karlsruher Verh. Bd. XVI 1903, S. 21.)

4. Für die Dornstetter Grabenscholle.

1784. „In seiner im Jahr 1784 herausgegebenen topographischen Geschichte von Württemberg S. 229 führt Sattler an, daß der Weg zwischen Dornstetten und Freudenstadt durch eine verborgene Naturwirkung um 16′ niedriger geworden sey, indem man vor 40 Jahren auf diesem Wege nur das Kirchthurmdach zu Dornstetten gesehen, jezo aber nicht nur bemeldtes Dach, sondern auch noch den Thurm und dessen steinernen Umgang, [mithin 16′ weiter heruntersehen könne. Überdieß will man seit jener Zeit wahrgenommen haben, daß das zwischenliegende Terrain (Aacher Berg) niedriger und von dem Thurme in Dornstetten noch mehr sichtbar geworden sey. Auch die geognostischen Verhältnisse des Aacher Bergs sei etwas abnorm, insofern hier ein Spatgang, in dem früher auf Blei gebaut worden seyn soll, bis in die unteren Schichten des Muschelkalks aufsteigt. Ferner verspürt man in Dornstetten und dessen nächster Umgebung nicht selten Erdstöße, während man zu gleicher Zeit in anderen Gegenden nichts von solchen wahrnimmt.“ OA.Beschreibung Freudenstadt, S. 217.)

Der fragliche Punkt liegt wohl auf der Flurkarte SW V. 37 und heißt „Beim Kreuz“. Der dortige Signalstein hat oben die absolute Höhe 661,86 m NN;

während Dornstetten, Stadtkirchturm, Knopf 665,74 m NN und das steinerne Altangeländer 652,03 m NN hat. Der Aacher Berg wäre hiernach relativ gesunken zwischen einem unklar beschriebenen Punkt bei Freudenstadt (am Kienberg) und dem Dornstetter Turm.

1787. Am 27. August $12^h\,45^m$ a. m. fanden in **Stuttgart** zwei Erdstöße statt, jeder von 7—8 Sekunden Dauer. Am 3. und 4. November wurde die Main- und Neckargegend von einem Erdbeben erschüttert. Zu **Gräfenhausen** bei Neuenbürg wurden am 3. November 8^h p. m. bis zum 4. 8^h a. m. sieben Stöße gezählt. (J. Reindl, Nürnberger Abh. XV. Bd. Heft 8. S. 34.)

1822. Am 7. Oktober und an mehreren Tagen des November und Dezember bis zum Mai 1823 ging vom Nordende der „Dornstetter Platte" ein Erdbebenschwarm aus. Der Herd lag im oberen Murgtal bei **Klosterreichenbach** und **Baiersbronn.** Die Stöße gingen von NW nach SO; sie waren am kräftigsten in Freudenstadt, Dornstetten und Grüntal und verbreiteten sich bis ins Rheintal hinaus und in die Bezirke Nagold und Sulz. (Plieninger, Württ. naturw. Jahreshefte. XI. 1855, S. 449.)

1822. Am 28. November, morgens $10^3/_4{}^h$, ereignete sich der stärkste Erdstoß einer Erdbebenperiode, welche am 7. Oktober 1822 begann und dann an mehreren Tagen des November und Dezember bis zum 30. November 1823 sich fortsetzte. Die Beben waren besonders stark in den Oberämtern Freudenstadt, Nagold und Sulz; die Erdstöße zeigten sich am stärksten in **Baiersbronn, Klosterreichenbach, Freudenstadt, Dornstetten, Grüntal** und **Simmersfeld,** wo sie zugleich mit einem schauerlichen Getöse in der Luft verbunden waren. Die Stöße gingen von **NW** nach **SO.** In Herrenberg, Hirsau, Stetten im Remstal eilten die gerade in den Kirchen versammelten Gemeinden aus den Kirchen, weil man deren Einsturz befürchtete; auch in Tuttlingen, Böblingen, Rottenburg, Tübingen, Stuttgart, Schorndorf und im ganzen Remstal, Weinsberg usw. wurde die Erschütterung bemerkt. (Württ. Jahrbücher für Statistik usw. Jahrg. 1823. S. 8 und M. Hauff, Pfarrer in Grüntal, Die merkwürdigen Erderschütterungen auf dem württ. Schwarzwald. 1822 und 1823. Tübingen 1825.)

1824. Am 22. und 23. Oktober ereigneten sich auf dem württ. Schwarzwald Erderschütterungen. (Plieninger, Württ. naturw. Jahresh. XI. 1855, S. 449.)

1835. Am 10. März 10^h a. m. zeigte sich ein starker Erdstoß zu **Dornstetten.**

1843. Am 10. August 10^h p. m. erfolgte zu **Dornstetten** ein starker Erdstoß in senkrechter Richtung. (Plieninger, a. a. O. S. 449.)

1855. Erderschütterungen sind im Oberamtsbezirke, namentlich in der Oberamtsstadt, keine seltene Erscheinung. Das über weite Länderstrecken verbreitete Erdbeben vom 25. und 26. Juli 1855, das im Kanton Wallis seinen Herd hatte, wurde auch hier bemerkt.

1871. Am 13. Februar $12^h\,50^m$ a. m. ziemlich heftiges Erdbeben im nordöstlichen Schwarzwald. Bewegung der **Dornstetter Platte.** — Am 21. Februar wieder ein heftiges Beben derselben Gegend. Am stärksten wurde es in Freudenstadt, Horb, Oberndorf, Rosenfeld und am **Mühlbach** gespürt. Die Richtung war **SW—NO.** (H. Eck, Württ. naturw. Jahresh. 43. 1887. S. 374.)

1893. Am 30. Dezember $0^h\,57^m$ erregte die „Dornstetter Scholle" wiederum ein kurzes, aber ziemlich heftiges Lokalbeben. Die Erschütterung wurde wahrgenommen in **Dornstetten,** Freudenstadt und Reichenbach, Grüntal, Hallwangen, **Aach** (Grad IV), Dietersweiler, Glatten,

Schopfloch, Dettlingen, Ober- und Unter-Iflingen und Unterbrändi. Es war ein einziger Stoß von unten nach oben; von 1 Sekunde Dauer. — Die Bewegung erfolgte ohne Zweifel in der 230 m mächtigen Buntsandsteintafel und in dem unterlagernden Grundgebirge. — Das Triberger Granitmassiv drückt gegen die Scholle der Murgtalgneise. — Die 22 km lange und im Mittel 9 km breite Riesenplatte bildet aber keine Ebene, sondern eine Mulde, weil sie durch nochmaliges weiteres Einsinken, etwa dem Glattal nach, nochmals geborsten ist. (A. Schmidt und C. Regelmann, Württ. naturw. Jahreshefte. 50. 1894. S. 502.)

1896. Am 22. Januar 12^h 46^m a. m. wurde das südwestliche Deutschland mit einem Teile von Frankreich und der Schweiz von einem Erdbeben von der Stärke III—V heimgesucht, das an Größe der Verbreitung für diese Gegend einzig dasteht. Besonders betroffen wurde die Gegend um **Rottweil** und das Gebiet der „**Dornstetter Scholle**“ mit Freudenstadt, Aach, Grüntal, Hallwangen, Dornstetten, Schopfloch, Wittlensweiler, Untermusbach, Glatten und Klosterreichenbach. Richtung des 1 Sekunde dauernden Stoßes O—W resp. **SW—NO.** Die Alb wurde nicht erschüttert; dagegen die Molassekante bei Biberach, Scheer und Sigmaringen. (A. Schmidt, Württ. naturw. Jahreshefte. 52. 1896. S. 258.)

1898. Am 6. Oktober 4^h 58^m a. m. zeigte sich in **Dornhan**, OA. Sulz, ein Erdbeben. Die Bewegung schien von unten nach oben und von NO nach SW stattgefunden zu haben. Die Erschütterung war so kräftig, daß alle Hausgenossen des Berichterstatters aus dem Schlafe geweckt wurden. (Dornhan liegt sehr nahe an der dem Dornstetter Grabenbruch angehörigen Loßburger Spalte.) (A. Schmidt, Württ. naturw. Jahresh. 55. 1899, S. 438.)

5. Für den Odenwald.

(Siehe auch Rheintalgraben: Herd Großgerau.)

1612. Vom 8. November bis 7. Dezember wurde die **Bergstraße** fast täglich erschüttert; auf mehreren Schlössern entstanden erhebliche Beschädigungen. Trotz völliger Windstille wurden die Bäume wie vom Sturme bewegt. (R. Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. Heft I. 1892. S. 23.)

1871. Auch in diesem Jahre setzte sich der Großgerauer Erdbebenschwarm fort. Der Herd lag aber südlicher auf der Linie Lorsch—Auerbach—**Reichenbach**; sowie Lindenfels—Darmstadt. Wir greifen von den vielen Beben nur das vom 16. Februar heraus, wo in **Lorsch** 42 Schornsteine umgestürzt wurden. Dasselbe wurde sehr stark auch in **Bensheim** und **Lindenfels**, schwächer in Darmstadt verspürt. (R. Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. Heft I. 1892. S. 69 f.)

1872. Die seismische Tätigkeit im Mainzer Becken und im **Odenwald** ließ in diesem Jahre bedeutend nach. Man zählte nur 10 Erdbebentage. Am 15. **Mai** soll wieder der **Felsberg** nördlich von Reichenbach der Herd gewesen sein. (R. Langenbeck, a. a. O. S. 72.)

1873. Die seismische Tätigkeit im **Odenwald** nahm in diesem Jahre wieder bedeutend zu. Die meisten Erschütterungen scheinen von der Gegend von Auerbach, Schönberg, **Bensheim** und Reichenbach ausgegangen zu sein. Die zahlreichen Stöße können hier nicht einzeln aufgezählt werden. Die Richtung war meist **SW—NO.** (R. Langenbeck, a. a. O. S. 73.)

1875. Am 20. Mai 2^h a. m. fand in dem seit längerer Zeit ruhigen Gebiete des westlichen Odenwaldes wieder ein ziemlich heftiges Erdbeben statt. Dasselbe schien von **Rohrberg** auszugehen und wurde hier und in Oberramstadt als heftiger Stoß mit unterirdischem Rollen gespürt. In Mörlenbach, Jugenheim und dem ganzen westlichen Odenwald wurde es beobachtet, in Darmstadt hörte man nur ein Rollen. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 76.)

1876. Am 5. August 2^h (a. oder p.?) trat in Darmstadt und dem westlichen Odenwald ein heftiger Erdstoß auf. Am stärksten scheint er im Reichenbachertale gewesen zu sein, wo er wieder vom **Felsberg** ausging. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 76.)

1877. Am 2. Januar 5^h a. m. fand im **Odenwald** und in der Bergstraße wieder ein Erdbeben statt. Besonders stark war es im **Weschnitztal.** — Am 10. Januar kurz vor 9^h p. m. war wieder ein ziemlich starkes Erdbeben im westlichen Odenwald. In **Lindenfels**, wo es mit Getöse verbunden war, scheint es am stärksten gewesen zu sein. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 77.)

1878. Am 2. Januar 5^h a. m. fand nach langer Ruhepause wieder eine Erderschütterung in Großgerau statt, welche sich bis in den **Odenwald** hinein ausbreitete. (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 78.)

1883. Am 27. Juni 5^h 35^m a. m. wurden in Darmstadt und im Odenwald wieder zwei rasch aufeinanderfolgende Erdstöße verspürt. Am stärksten wurden dieselben in **Groß-Umstadt** und im Mühlental, hinter **Eberbach** empfunden. Die Richtung war in Groß-Umstadt **OSO—WNW.** (R. LANGENBECK, a. a. O. S. 84.)

1906. Im Odenwald finden seit der Großgerauer Erdbebenperiode keine Erschütterungen mehr statt. Es herrscht seit 1883 völlige Bodenruhe. (Gef. briefliche Mitteilung von Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. LEPSIUS in Darmstadt.)

VIII. Die Erdbebenherde des Schwäbischen Triasbeckens und der Kraichgauer Senke.

(Mit Einschluß des benachbarten Maingebietes.)

a) Der Aufbau des Gebietes.

Das Schwäbische Triasbecken (Neckarland), die Fränkische Platte und die Frankenhöhe mit dem Steigerwald gehören durchweg einem einheitlichen mesozoischen Senkungsfelde an, das durch 1000 m mächtige Sedimentanhäufungen nach Südosten hin allmählich ausgeebnet wurde. Diese Einebnung des Beckens geht so weit, daß das normale Hangende des Stubensandsteins im Mainhardterwald fast eine Horizontalebene bildet, welche 550 m über dem Meere liegt. Buntsandstein (im Mittel 300 m), Muschelkalk (250 m) und Keuper (300 m) legen sich in der Ausbildungsform der germanischen Trias, Bank für Bank, gleichmäßig aufeinander bis hinauf zum rhätischen Sandstein und zu den Arietenkalken des Lias, welche sich weithin noch als Erosionsreste auf den Hochflächen erhalten haben; zum Zeichen, daß das ganze Gebiet

einst eine Juradecke getragen hat. Die variskische Struktur schwächt sich zwar in diesem Becken etwas ab, doch taucht das Einfallen des Schichtengebäudes gegen **SO** immer wieder auf. Die schwäbischen Landesterrassen werden daher an den nordwestlich gerichteten Steilrändern am stärksten abgetragen. Aber gerade diese zahlreichen Terrassen, welche steil aufsteigen und sachte (mit etwa 1—2 %) gegen Südost zurücksinken, sind Grund und Ursache der landschaftlichen Reize im schwäbischen Lande. — Die Abgrenzung des Neckarlandes ist nicht ganz einfach; im großen ganzen liegt es innerhalb des Dreiecks: Schwenningen—Ellwangen—Eberbach. Gegen Schwarzwald und Odenwald bildet die Formationsgrenze zwischen Buntsandstein und Muschelkalk die anerkannte Grenze; am Fuß des Steilrandes der Schwäbischen Alb mag das Liegende des mittleren Lias dafür gelten und gegen Nordosten schließt die wichtige tektonische Störungslinie ab, welche aus dem Ries ausstrahlt und auf den Basalt des Katzenbuckels hinüberzielt. Es ist die herzynisch (N 54° W) verlaufende Verwerfung, welche der Vater der schwäbischen Tektonik — Karl Deffner — erkannt und **Sigartlinie** genannt hat. — Die heutige Form des Beckens mag angedeutet sein durch einige Angaben über die Höhenlage — über und unter **Normalnull** — für die Grenzfläche zwischen Muschelkalk und Buntsandstein; sie liegt bei: Villingen + 700 m; bei Dornhan + 342 m; bei Liebenzell + 545 m; bei Dürrmenz + 140 m; bei Besigheim + 44 m, im Salzwerk Heilbronn — 140 m; bei Mosbach + 158 m; bei Eberbach + 516 m; bei Sulz + 346 m; bei Tübingen — 100 m; bei Plochingen — 250 m; bei Neckarrems + 53 m; bei Plüderhausen + 13 m; bei Mainhardt + 42 m; bei Hall + 172 m; bei Ellwangen — 121 m; bei Walldürn + 444 m; bei Dörzbach + 233 m; bei Ingelfingen + 217 m; bei Schrozberg + 279 m; bei Ansbach + 17 m; bei Wertheim + 344 m; bei Würzburg + 179 m; bei Tauberbischofsheim + 170 m; bei Crailsheim + 205 m und bei Rothenburg o. T. + 223 m. — Die **Störungslinien** des Gebietes verlaufen im wesentlichen herzynisch, d. h. sie sind parallel der oben genannten Sigartlinie. So halten die Schurwaldspalte Plochingen—Enzweihingen und die Schar der Filderspalten im Mittel die Richtung **N 51° W** ein; sie konvergieren nur schwach gegen den Erdbebenherd Kandel im Rheintale. Die in Südwestdeutschland tonangebende variskische Strukturlinie zeigt sich aber wieder deutlich in dem mit den Filderspalten gleichalterigen (oligozänen) System von Störungen, das in der Gestalt von

schmalen Gräben oder als einfache Verwerfungen von Ergenzingen aus über Bebenhausen und Plochingen zum Hohenstaufen hinzieht und die mittlere Richtung **N 61° O** einhält. Bei Besigheim zeigt die normale Schichtenlagerung wellenförmige Aufbiegung, eine beginnende Faltung in herzynischer Richtung, aus mitteldiluvialer Zeit stammend, weil nach den Untersuchungen von E. Koken und E. Fraas die „Deckenschotter" des Neckars verbogen sind. Einer Firstlinie: Scheiterhäule (Stromberg)—Höpfigheim folgt schon 5 km südwärts eine Muldenlinie: Großsachsenheim—Großingersheimer Teich. — Aber auch das alpine System hat in dem Becken deutliche Spuren seines Wirkens hinterlassen: die meridionale Neckarstrecke Cannstatt—Kochendorf, die West—Ost verlaufenden Flußstrecken: Mühlacker—Bietigheim, Plochingen—Göppingen und Gmünd—Waiblingen sind Zeugen. Ebenso der Verlauf der Süd—Nord streichenden Gipfelhöhen der Frankenhöhe und des Steigerwaldes. — Das bedeutendste Schichtengewölbe steigt vom unteren Neckar an gegen Osten mehr als 350 m hoch hinauf bis zu dem 15 km breiten, horizontalen Gewölbscheitel **N 53° W** (550 m über NN), der auf der Hochfläche bei Langenburg und Schrozberg liegt, von dem sich dann der Ostflügel gegen den Franken- und den Steigerwald hin absenkt.

b) Die Erdbebenherde.

Zahlreiche und kräftige Erderschütterungen haben das Herz Schwabens durchbebt, bis der heutige Schichtenbau seine Stellung erhielt und bis er von zahlreichen Bruchlinien der Erdkruste zerstückelt war. Aber jetzt ist es stille geworden und nur noch leise Zuckungen durchzittern das schöne Land. Einen eigenen Erdbebenherd birgt es nicht in seinem Schoß. Wohl aber veranlaßt seine Lage als Keil zwischen den hoch emporgetriebenen Grundgebirgskernen des Schwarzwaldes, des Odenwaldes, des Fichtelgebirgs und des immer noch nachrückenden Faltendrucks von den **Alpen** her eigenartige Erdbeben. In früheren Jahrhunderten zeigte sich eine auffallende Herdlinie am Nordfuß der Alb, auf der Linie: Sulz—Rottenburg—Tübingen—Plochingen—Gmünd—Bopfingen. Soweit die älteren Nachrichten einen Schluß gestatten, dürfte die Auslösung erfolgt sein auf der bereits genannten variskischen Störungslinie: Ergenzingen—Bebenhausen—Hohenstaufen und auf den südwärts hiervon am Albfuß hinziehenden parallelen Verwerfungen. — Wie diese Druckkräfte sich im Lande äußern und wie

sie sich auszulösen suchen, ergibt wohl am besten die nachstehende Detailschilderung. — Von den Erdbebenherden des Rheintales wirkt der von **Kandel** am kräftigsten herein ins Schwäbische Becken. Von der Südseite des Feldbergs **(Titisee)** sendet der hohe Schwarzwald kräftige und häufige Stöße gegen NO und also auch durch das Neckarland. Auch der Odenwald läßt sich von seinen Randspalten oder von Großgerau aus vernehmen. Viel häufiger aber pflanzen sich nach Schwaben herein die Stöße fort, welche der Jurazug aus der **Muldenlinie** des Molasselandes und von den **Voralpen** her empfängt. Die häufigen Erschütterungen im Frankenlande (Rothenburg o. T., Würzburg usw.) dürften mit den Bodenbewegungen im **Ries** in ursächlichem Zusammenhange stehen.

c) Belege und Literaturnachweise.

(Aus dem umfangreichen Erdbebenkatalog, den ich angelegt habe, gebe ich hier nur eine Auswahl bezeichnender Proben.)

841. Am 2. Juni heftige Erschütterung in **Würzburg** mit mehr als 20 Stößen. (C. W. v. GÜMBEL, Sitzber. der bayr. Ak. d. Wiss. Bd. XIX. 1889. S. 87.)

1112. Am 3. Januar heftiges Erdbeben in **Rothenburg** ob der Tauber; mit großen Zerstörungen. (C. W. v. GÜMBEL, Sitzber. der bayr. Ak. der Wiss. Bd. XIX. 1889. S. 88.)

1112. Am 3. April wurde **Rottenburg** am Neckar von einem Erdbeben heimgesucht und sehr stark beschädigt. Dasselbe äußerte sich auch an anderen Orten Süddeutschlands. In Lüttich trat die Maas über ihre Ufer. — (R. LANGENBECK, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothr. Stuttgart 1892, S. 10.)

1138. Am 5. Juni heftiges Beben in **Würzburg**, wobei 20 Stöße verspürt wurden. (C. W. v. GÜMBEL, Sitzber. der bayr. Ak. der Wiss. Bd. XIX. 1889. S. 88.)

1348 f. Am 25. Januar ist das ganze schwäbische Land von einem Erdbeben betroffen worden. Außer diesem allgemeinen Beben sind noch folgende anzuführen: 1. Juni **1372** (erschreckliches Beben); **1509**; 5.—15. September **1590**; 8. September **1601**; 10. September **1603**; 18. November **1642**; 7. März **1654**; 8./9. Januar und 9. August **1723**; 2. Oktober **1724**; 18. Februar **1727** und 6. Mai **1735**. (EBERHARDT, Schulnachrichten der K. Oberrealschule Eßlingen, 1905, S. 26, nach JOH. ULRICH STEINHOFER.)

1356. Am 18. Oktober starkes Erdbeben in **Rothenburg** ob der Tauber, wobei die Quelle des Wildbads zum Vorschein kam; dasselbe Beben verwandelte Basel in einen Trümmerhaufen. (Siehe S. 129.) (C. W. v. GÜMBEL, Sitzber. Bd. XIX. 1889. S. 89.)

1517. Am Tag vor dem Palmsonntag zwischen 4 und 5 Uhr abends fand zu Calw und **Tübingen** ein heftiges Erdbeben statt. „Magnopere terra movit." Die Leute, die eben in der Kirche waren, gerieten in große Bestürzung. (Jedenfalls dasselbe Beben wie unten.) (EBERHARDT, a. a. O. S. 25.)

1517. Am Palmtag erhub sich zu **Eßlingen** unter der Predigt ein groß Erdbeben, als D. Gondelfing predigte. (Eberhardt, Schulnachrichten der K. Oberrealschule Eßlingen, 1905, S. 24.)

1601. Am 8. September 1^h 30^m p. m. wurde von den Schweizer Alpen aus ganz Südwestdeutschland erschüttert. (Osiander, Eine Predigt von dem Erdbidem. Tübingen 1601.)

1655. Vom 19. März bis 20. April wurde Schwaben und besonders die Gegend von **Tübingen** von einem heftigen Erdbeben heimgesucht. Das Akademische Osterprogramm von 1655 sagt: „Tübingen schwankte Tage hindurch wie ein Schiff in der Salzfluth." Der Berichterstatter Tobias Wagner hielt darüber zwei scharfe bewegliche Predigten. „Schon lange hatte es gemurmelt, aber erst am 19. März konnte das Erdenfieber seinen rechten Typum gewinnen"; die Häuser krachten, als wollten sie zertrümmern. Wagner, aus dem Schlafe erwacht, vermeinte nicht anders, als ein gefüllter Mehlsack falle ob seiner Kammer mit großer Gewalt herunter. Noch viel schrecklicher waren die folgenden Wochen, denn die Bauern, welche am Gründonnerstag (11. April) Holz ins fürstliche Stipendium führten, machten sich schleunigst davon, weil sie fürchteten, die Stadt gehe unter. Es kam den Bewohnern vor, als wenn unten in der Erden ein großes Stück (Kanone) losgebrannt würde. Ein Fötor und sulphurischer Gestank verbreitete sich; Glocken tönten, Schornsteine und Ziegel fielen von den Dächern. (Also Grad VIII der Skala Forel-Rossi.) Summa, alles zitterte und schwankte, als wenn's wollte zu Grunde gehen. Den Leuten fuhr ein „Grüsel" durch den Leib und alles was von Natur feige ist, ging umher „wie der Schatten an der Wand". Quenstedt fügt sehr bezeichnend bei: „Die Sache scheint also immer an einem Faden zu hängen, zerreißt der, so geht der Sturm los." — (Quenstedt, Geologische Ausflüge in Schwaben, 1850, S. 298 und Pfaff, Württ. Jahrb. 1855, II., S. 197.)

1737. Im Mai fand ein Erdbeben statt, welches die Bewohner von **Eßlingen** mit nicht geringer Besorgnis erfüllte, weil „am Eisberg verschiedene große Stücke herabfielen und so starke Öffnungen entstanden, daß wohl ein Mann durch solche hätte hineinschlupfen können". Diese Stöße gingen von Karlsruhe aus; vergl. den Abschnitt Rheintalgraben. — In der Markung der Stadt **Kirchheim** wurde am 18. Mai gegen Ötlingen hin, nachts 12 Uhr, „ein merklich großer Platz mit allen Weinstöcken verschluckt", „hiegegen hat die Gewalt ein Stück Feldes mit den Bäumen in die Höhe getrieben". (Eberhardt, Schulnachrichten der K. Oberrealschule Eßlingen, 1905, S. 25.)

1771. Am 11. August 9^h a. m. wurden in Schwaben, in einem Gebiet von 60 Meilen Länge und 30 Breite, mehrere starke Erdstöße verspürt. Besonders in Augsburg, Stuttgart, Memmingen, Schaffhausen und Durlach wurde es deutlich bemerkt.

1802. Am 18. Dezember Erdbeben in **Schwaben** und den Niederlanden, besonders in Rotterdam. (A. Sieberg, handschriftlich in seinem Erdbebenkatalog.)

1822. Nach mehreren lokalen Vorbeben (Sulz, Horb) folgte am 28. November 10^h 50^m a. m. ein im ganzen Neckargebiet verbreitetes Erdbeben, das sich auch in die Rheinebene hinein noch ziemlich weit fortpflanzte. Es wurde besonders wahrgenommen in **Stuttgart, Tübingen,** Heidelberg, Karlsruhe, Straßburg. (R. Langenbeck, a. a. O. S. 46.)

1839. Am 7. Februar nachts vor 9^h wurde in vielen Gegenden des Landes und zwar besonders heftig in der Gegend von **Heilbronn**, Leonberg und Calw, eine 5 Sekunden währende Erderschütterung empfunden. Der Erdstoß nahm seine Richtung vom unteren Neckar durch das Zaber-, Enz- und Würmgebiet gegen den Schwarzwald. Die Erschütterung war teilweise so stark, daß die Häuser zitterten und die Geräte in den Zimmern sich von der Stelle bewegten. In Unterriexingen sprangen die erschreckten Einwohner aus den Häusern und in Leonberg fiel die Stockmauer eines Hauses ein. (Württ. Jahrbücher für Statistik usw. 1839. S. 39.)

1846. Am 29. Juli 9^h 24^m (Bonner Zeit) p. m. erschütterte ein von **St. Goar** ausgehendes Erdbeben ein Gebiet von 62 700 qkm. Besonders betroffen wurden die Rheinufer, der Taunus und der Odenwald. Es wurde auch in Freiburg i. Br., Stuttgart und Würzburg beobachtet. (J. Nöggerath, Das Erdbeben im Rheingebiet. Bonn 1847.)

1855. Am 25. Juli ereignete sich das bekannte Walliser Erdbeben. Der Herd lag im Visptale. Die Erschütterungen dehnten sich weit aus und wurden auch in Württemberg fast überall empfunden. (R. Langenbeck, a. a. O. S. 59.)

1867. Am 15. April 1^h a. m. wurde im Mühlbach, Oberamt Sulz, und namentlich in dem benachbarten **Empfingen** ein Erdbeben verspürt. Es waren deutlich 3 wellenförmige Schwingungen in der Richtung **SO—NW**. — (Der Schichtenbau ist hier durch Verwerfungen gestört; auch wirken die Bewegungen der Dornstetter Platte hier herüber.) (H. Eck, Württ. naturw. Jahresh. 43. 1887. S. 367.)

1869. Am 1. November 4^h 7^m p. m wurden Heilbronn und Stuttgart von Erdbebenwellen erschüttert, welche von dem Mainzer Becken (Großgerau) herkamen. Dies geschah in dem Jahrzehnt 1869—1879 öfters. (R. Langenbeck, a. a. O. S. 65.)

1871. Am 10. Februar 5^h 30^m a. m. ging ein heftiges und sehr ausgedehntes Erdbeben von **Lorsch** aus. Auffallend ist seine weite Verbreitung im **Neckargebiet**; Weinsberg, Heilbronn, Bönnigheim, Ludwigsburg, Winnenden, Cannstatt, Fellbach, Denkendorf, Solitude, **Stuttgart** (zwischen 5 und 6 Uhr mehrfache Erdstöße; ein starker Stoß 5^h 35^m, der die Bettstellen emporhob, die Möbel erschütterte, die Glocken anschlagen ließ), Eßlingen, Tübingen, Reutlingen wurden erschüttert. Außerdem Mergentheim, Künzelsau und Hall. — Auch von dem Großgerauer Erdbebenschwarm 1869—71 drangen manche Stöße noch herein in das Herz Schwabens. (H. Eck, Württ. naturw. Jahresh. 43. 1887. S. 368—375 und R. Langenbeck, a. a. O. S. 69 f.)

1871. Am 24. Februar verpflanzte sich aus der Bayr. Pfalz **(Kandel)** eine wellenförmige Erderschütterung ins schwäbische Becken herein; sie wurde z. B. auch in Denkendorf wahrgenommen. (Eberhardt, a. a. O. S. 26.)

1871 f. In **Stuttgart** wurden folgende Erderschütterungen mit den beigefügten Stärkegraden (nach Forel-Rossi) beobachtet: 1871 IV, 1872 II, 1874 IV, 1878 II, 1880 III, 1884 IV, 1886 III, 1887 III, 1889 III, 1889 II?, 1895 II, 1896 II. Es waren also meist leichte Stöße. — (H. Eck und A. Schmidt, Württ. naturw. Jahresh. 1871 ff.)

1876. Am 17. August Erschütterung in **Kitzingen**; ferner am 27. Februar 1877 heftige Erdstöße zwischen Obernbreit und Iffigheim bei **Kitzingen** (C. W. v. GÜMBEL, Sitzber. Bd. XIX. 1889. S. 102.)

1882. Am 24. Januar wurde von Kandel aus ein Teil von Württemberg erschüttert, dabei auch Eßlingen. (EBERHARDT, a. a. O. S. 26.)

1884. Am 24. April um 10 Uhr a. m. wurde in dem neuen Realschulgebäude in **Eßlingen** ein bedeutendes Lokalbeben verspürt. (EBERHARDT, a. a. O. S. 26.)

1884. Am 22. Mai wurde in **Eßlingen**, aber auch in Stuttgart, Cannstatt, Untertürkheim, Fellbach, Plieningen und Neckargröningen ein heftiger Erdstoß verspürt. (EBERHARDT, a. a. O. S. 26.)

1889. Am 7. Januar bewegte das **Erdbeben von Niederglatt** ein Schüttergebiet von 15000 qkm; dabei die Ostschweiz und einen größeren Teil von Württemberg. Die Wellen erreichten Stuttgart $0^h\ 3^m$ p. m., erschütterten Oberschwaben und wurden in Ulm, Tübingen, Eßlingen, Hohenheim und Burgstall als Stoß vom Grad IV beobachtet. Die Bewegungsrichtung war senkrecht zur Faltungsrichtung der Molasse am Fuß der Alpen; sie entspricht also einer Spaltenbildung bei Niederglatt (14 km nördlich von Zürich) in NO—SW. (A. SCHMIDT, Württ. naturw. Jahresh. 46. 1890. S. 200.)

1895. Am 15. September $6^h\ 10^m$ a. m. drangen in den Schacht der Saline **Friedrichshall** bei Jagstfeld große Mengen von Wildwasser ein; was den Einsturz der weitgedehnten Grubenfelder unter erdbebenähnlichen Erscheinungen bewirkte: starker Knall mit nachfolgendem Getöse. Das Einsturzbeben erzeugte ein Wanken und Schwanken des Bodens und der Zimmergerätschaften, überschritt aber nirgends die Entfernung von 7 km von seinem Herde. (A. SCHMIDT, Württ. naturw. Jahreshefte 1896. S. 257.)

1896. Am 22. Januar $0^h\ 45^m$ a. m. wurde das ganze südwestliche Deutschland mit einem Teil von Frankreich und der Schweiz von einem Erdbeben betroffen, das auch in **Eßlingen**, **Ulm**, Stuttgart, Göppingen, Besigheim und **Hall** beobachtet wurde. Auch in Calw, Nagold, Sulz, Tübingen, Hechingen, Sigmaringen, Saulgau und Biberach wurde das Beben verspürt. — Das Beben ging von der Herdlinie Neustadt—Lenzkirch—**Titisee** aus; siehe den Abschnitt: Schwarzwald auf S. 141. (EBERHARDT, a. a. O. S. 27.)

1896. Am 24. November, 8 Minuten vor 1 Uhr p. m., wurde in **Eßlingen** ein lokaler Erdstoß in der Richtung von SO nach NW wahrgenommen. (Bewegung an der Schurwaldspalte?) (EBERHARDT, a. a. O. S. 27.)

1902. **Rothenburg** o. T. hatte viele Erschütterungen in alter und neuerer Zeit, z. B. in den Jahren: 1112, 1514, 1519, 1556, 1690, 1727, 1756, 1793, 1799 und 1902.

1903. Den 29. März ca. $9^h\ 35^m$ p. m. zeigte sich ein Erdbeben in **Hechingen**; Balingen, Korntal und Nagold. Klirren der Fenster, Zittern von Wandbildern. Es wurde noch schwach verspürt in Unter-Hallau und in Schleitheim. (A. SCHMIDT, Württ. naturw. Jahreshefte 1904. S. 357 und J. FRÜH, Annalen der met. Zentr. Zürich. 1903. S. 3.)

IX. Die Erdbebenherde in der Schwäbischen Alb, im Hegau, im Ries und im Fränkischen Jura.

a) Der Aufbau des Gebietes.

Die Schwäbische Alb ist eine Gebirgsplatte, aufgebaut aus den regelmäßig aufeinander gelagerten Kalk- und Tonschichten des Schwarzen, Braunen und Weißen Jura. Die mittlere Mächtigkeit dieses Schichtenkomplexes beträgt 800 m. Die ganze Platte ist durch tangentialen Gebirgsdruck aus SO nach der variskischen Strukturlinie **N 51° O** aufgerichtet, so daß die Hochfläche über dem nordwestlichen Steilrand die höchsten Höhen (Lemberg 1015 m, Braunenberg 725 m) erreicht und von da mit 1—4% zur Donau hinabsinkt. Das Ganze ist ein kleiner Erosionsrest von der großen Hüllmasse, welche einst den Schwarzwald ummantelte. — In der mittleren Alb trifft man eigenartige tektonische Verhältnisse. Hier ist die Platte auf der Linie Augstberg—Eisenrüttel N 35° O der Länge nach aufgeborsten und der nördliche (Uracher) Streifen sank ein, so daß er ein schwaches Gefälle gegen NW zeigt. Mit diesem Einbrechen der hoch aufgerichteten Nordplatte hängt die Entstehung der Branco'schen Vulkanembryonen aufs engste zusammen, wie auch das Aufsteigen der Basaltmassen im Sternenberg und Eisenrüttel. — Dieser regelmäßige Verlauf der Albplatte wird im äußersten Nordosten und im äußersten Südwesten ganz plötzlich unterbrochen durch zwei mächtige Kesseleinbrüche: **Ries** und **Hegau**. — Das Ries ist aber nur äußerlich ein Einbruchkessel, dem inneren Bau nach aber ein aufgetriebener Grundgebirgspfropfen. Im Hegau dagegen finden wir die Juraplatte tatsächlich eingesunken und die Basalte hoch aufgetrieben zu reizvollen Kegelbergen. — Der gesamte Rieskessel umfaßt eine unregelmäßig sechseckige Fläche von rund 380 qkm; der mittlere Durchmesser beträgt 23 km. An der Auftreibung des Grundgebirges im Rieskessel hat sicher die Lage desselben im Schnittpunkt der Druckkräfte von SO (variskisch), von NO (Fichtelgebirge, Böhmerwald, herzynisch) und von S (alpine Faltung) einen hervorragenden Anteil. Wir betrachten daher die hier auftretenden Erdbeben lediglich als tektonische. Auf kleiner Fläche finden wir im Rieskessel in bunter regelloser Mischung der Schollen: Granite, Keuper, Lias, Braunen Jura, vergriesten Weiß-Jura, und z. B. im Heerhof liparitische Tuffe. Der Rand des Kessels und die Mitte zeigt starke Ablagerungen obermiozäner Sprudelkalke mit *Helix sylvana*, zum Zeichen, daß schon damals die

Tektonik fertig war und ein schöner, reich belebter Süßwassersee den Riesboden deckte. Heute steht inmitten einer fruchtreichen Ebene hier die Stadt Nördlingen mit ihrem hochragenden Kirchturm.

Der **Fränkische Jura** folgt anderen Strukturlinien als der Schwäbische. Dies zeigt sich schon deutlich an der Donau bei **Donauwörth**, wo der Gebirgsrand plötzlich um volle 30 Grade umbiegt und gegen Ingolstadt und Abensberg hin in **N84°O**, d. h. nahezu alpin verläuft. Das Ries erscheint dadurch ganz klar als auf einer „Strukturscheide" gelegenes Gebiet, durchrissen von einer Bruchlinie der Albplatte auf der Strecke **Donauwörth—Harburg—Öttingen**; zerbrochen durch riesigen tangentialen Druck aus der Richtung **Innsbruck**—Augsburg—Donauwörth.

b) Die Erdbebenherde.

Die Schwäbische Juratafel hat oft und recht stark gebebt, bis sie endlich ihre heutige Gestalt und Lage bekommen hat. Hart bedrängt von dem unausgesetzten horizontalen Druck aus dem **Süden**, bei der Überschiebung der Voralpen, der Auffaltung derselben, der Emporwölbung der Zentralkette der Alpen und beim Einbruch des Molassevorlandes wurde die Tafel emporgedrückt und zerspalten. ~~Bei der letztgenannten Senkung erlitt sie ihren schwersten Verlust, denn ihr **Südrand** brach ab — auf der Linie Schaffhausen—Ulm — und versank zum Teil in die Tiefe.~~ Das alles geschah aber nicht ohne gewaltige Erdbeben. — Auch die Schichtenpfröpfe der 125 **Pufflöcher** Branco's auf und an der Uracher Alb sind nicht ohne gewaltiges Krachen in die Luft geflogen. — Ebenso haben die Bodenbewegungen im Hegau und im Ries beim Aufstieg des basaltischen Magmas sicher kräftige Beben veranlaßt.

Diesem Werdegang entsprechend haben wir heute drei Erdbebenherde im Innern: **Hegau**, **Uracher Alb** und **Ries**, neben zwei großen **Herdlinien** am **südöstlichen** und **nordwestlichen Rande**. Überdies zeigen die Erdbebenbeobachtungen, daß die **Querrisse**: Tuttlingen—Spaichingen; Sigmaringen—Ebingen—Balingen; Laucherttal—**Hechingen**; Ulm—Geislingen und Heidenheim—Aalen nicht nur seismisch sehr empfindsam sind, sondern infolge von ungleich auf die Schollen wirkenden Druckkräften **Blattbeben** auslösen.

An den Südostfuß der Alb branden die Molassebeben und die alpinen Beben häufig und kräftig an. Sie lösen sich aber hier

auch öfters ganz oder teilweise aus. Hier und da erwecken diese Stöße aus S aber auch **lokale Herde am Albrand**, z. B. in Schaffhausen, **Mengen, Riedlingen, Ulm, Donauwörth** und **Neuburg** a. D.

Am Fuß des nordwestlichen Steilrandes der Alb erzeugt der tangentiale alpine Schub Knickungen (parallel der Albtraufe) in den Keuper- und Liasschichten und erweckt damit eine ganze Reihe schwacher lokaler Herde, z. B. **Hechingen, Mössingen. Geislingen, Rechberg, Aalen** und **Bopfingen.**

Das **Ries** ist der empfindsamste Punkt der ganzen Albtafel. Die Übertragungsbeben fremder Herde finden hier stets bereitwillige Resonanz. J. Reindl (Abh. der Naturf. Ges. Nürnberg. XV. Bd. H. 3. S. 48) sagt geradezu: „Kein größeres schweizerisches Beben tritt auf, dem nicht auch eine Beunruhigung des **Riesgeländes** entspräche.“ Ebenso lösen nicht selten Bodenbewegungen im Fichtelgebirge oder im Böhmerwald solche im **Ries** aus. Besonders wichtig aber ist der Zusammenhang des Rieses mit einem der lebhaftesten alpinen Herde unserer Tage mit **Innsbruck.** Die Linie Innsbruck—Augsburg—Donauwörth—Öttingen bedeutet nicht nur eine Strukturscheide für das alpine Vorland, sondern sie darf geradezu als Herdlinie angesehen werden.

c) Belege und Literaturnachweise.

1471. Zu **Nördlingen** wurde der Turm der Pfarrkirche am Montag vor Auferstehungstag umgeworfen. (C. W. v. Gümbel, Sitzber. Bd. XIX. 1889. S. 89.)

1511. Am 27. März in **Nördlingen** und an vielen Orten im Ries ein Erdbeben. (C. W. v. Gümbel, Sitzber. Bayr. Ak. Bd. XIX. 1889. S. 89.)

1517. Am 26. Juni heftiges Erdbeben in **Nördlingen**, durch welches der Einsturz des Pfarrkirchturms bewirkt wurde. In und um die Stadt wurden über 2000 Häuser und Städel hart beschädigt. Auch die Kirche auf St. Emmeransberg wurde gar niedergerissen und sonderlich die Stadttürme sind sehr erschüttert worden. (C. W. v. Gümbel, Sitzber. XIX. 1889. S. 89.)

1601. Den 7. September Morgens umb 9 und 10 Uhren war in **Nördlingen** ein Erdbiben, „der riß den Galgenberg von einander einen guten Teil“. (C. W. v. Gümbel, Sitzber. Bd. XIX. 1889. S. 91.)

1669. Am 4. August 4^h 10^m p. m. strahlte eine gefährliche Erderschütterung vom **Ries** aus bis nach München. In **Donauwörth** waren die Stöße ungemein stark; 3 Kamine stürzten ein. Das Erdbeben dauerte beiläufig 10 Sekunden. Einen Augenblick vor der Erschütterung hörte man ein Donnern und während desselben war das unterirdische Getöse sehr deutlich. **Öttingen** wurde stark erschüttert, Nördlingen schwach. In **Harburg** fielen Kamine ein. Ein Tönen der Glocke wurde auch in Bopfingen gehört. (J. Reindl, Nürnberger Abhandl. XV. Bd. H. 8. S. 19 f.)

1690. Von Villach in Kärnten, wo es furchtbare Verwüstungen anrichtete, ging am 5. Dezember ein gewaltiges Erdbeben aus, das ausgedehnte Gebiete der

Alpen, Süd- und Mitteldeutschlands erschütterte. Dieses Beben brachte am **Rechberg** einen sekundären Herd in Bewegung. Um 3^h p. m. ereignete sich in Schwaben der erste Stoß, der stark genug war, um Glocken ertönen zu lassen. Die Bewegungen hatten die Richtung **SO—NW**. Um 7^h p. m. folgte ein zweiter, aber leichterer Stoß. Das Schloß Rechberg wurde stark erschüttert; der Berg, auf welchem dasselbe steht, öffnete sich an mehreren Stellen; noch drei oder vier Jahre nachher sah man dort große Spalten, und die Erde war so locker und schwammig, daß man mit Leichtigkeit Pfähle ganz in sie versenken konnte. — Bopfingen, Nördlingen und Hohentrüdingen werden außerdem als Orte genannt, an denen diese Alberschütterung besonders empfunden wurde. — (Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. H. I. 1892. S. 30.)

1778. Am 22. Mai 2^h 45^m a. m. verspürte man in **Öttingen** abermalen ein leichtes Erdbeben (das 6. innerhalb 50 Jahren), welches von **W** nach **O** ging. In Harburg aber und auf dem ganzen **Härtsfeld** wurde ein heftiger Stoß empfunden, worauf ein etwas minderer folgte. Ebenso in Wemding, Donauwörth, Augsburg, Ulm. Doch ging alles ohne Schaden ab. Dieses Beben war ohne Zweifel im **Ries** heimatberechtigt. (J. Reindl, Nürnberger Abhandl. XV. Bd. H. 8. S. 24.)

1825. Am 29. Januar $10^3/_4{}^h$ a. m. ereignete sich zu Ohnastetten, Oberamts Urach, und im Honauertal ein ziemlich starker Erdstoß, der sich von W nach O fortpflanzte. (Plieninger, Württ. naturw. Jahresh. XI. 1855. S. 449.)

1825. Am 8. Februar $2^1/_2{}^h$ p. m. durcheilten starke Erdstöße in der Richtung SW—NO den Albkörper. Sie gingen von einem Herde bei **Groß-** und **Kleinengstingen** (Vulkanembryonen) aus, waren sehr stark in Kohlstetten, Holzelfingen und Ohnastetten und verbreiteten sich über die Bezirke Urach, Münsingen, Reutlingen bis gegen Tuttlingen. (Plieninger, a. a. O. S. 449.)

1828. Den 29. Januar 10^h 15^m a. m. verspürte man zu **Ohnastetten,** Oberamt Urach, sowie im Honauertale einen 2 Sekunden anhaltenden, ziemlich starken Erdstoß von **W** nach **O**. — Wenige Tage darauf wiederholte sich das Erdbeben. Am 8. Februar 2^h 20^m p. m. kam in der Richtung von **SW** nach **NO** ein so gewaltiger Erdstoß, daß die Häuser eigentlich wankten und Tische und Stühle in die Höhe gestoßen und aus ihrer Stelle gerückt wurden. Der Erdstoß, der am stärksten in den Orten Kohlstetten, **Groß-** und **Kleinengstingen**, Holzelfingen und Ohnastetten gewesen zu sein scheint, reichte bis gegen Tuttlingen hin und wurde auf einem großen Teil des Albabhanges hin bemerkt. Auch erstreckte er sich abwärts in das Tal über Reutlingen bis Tübingen, wo er jedoch nur schwach auftrat. Er war von einem 3—4 Sekunden dauernden Getöse begleitet. (Württ. Jahrbücher für Statistik usw. Jg. 1828. S. 25.)

1830. Vom 9.—24. September zeigte sich ein Erdbebenschwarm, der von der **Zwiefalter Alb** ausging und die Oberämter **Münsingen** und Urach mit Stößen erschütterte, welche von S nach N zogen; sie verbreiteten sich südwärts bis ins Oberamt Wangen und auf den Schwarzwald bis nach Calw. (Plieninger, a. a. O. S. 449.)

1837. Am 24. Januar 2^h 22^m a. m. trat ein Erdbeben ein, das vom Solothurner Jura ausging und sich weit verbreitete. In Konstanz und Lindau erschienen zwei ziemlich starke Stöße aus N—S. Auch in Oberndorf, Biberach, Stuttgart, Reutlingen und Ulm wurden die Erd-

erschütterungen wahrgenommen; sie durchbebten also die ganze Alb. (R. Langenbeck, a. a. O. S. 50.)

1852. Am 5. Oktober $5^h\ 28^m$ p. m. ereigneten sich in **Geislingen** zwei sich schnell folgende Erdstöße, senkrecht von unten nach oben. Am 13. Dezember wollte man auch zu **Ulm** einen Erdstoß gespürt haben. (Plieninger, a. a. O. S. 469.)

1883. Am 3. Juli, abends nach 8 Uhr, wurde in **Mössingen** ein sehr heftiger Erdstoß verspürt, welcher wohl 1 Sekunde lang dauerte. Die Erschütterung schien vom Zentrum der Erde auszugehen und war so bedeutend, daß man stehend kaum auf den Füßen sich zu halten vermochte. Der Stoß wurde auch in Rottenburg, Tübingen und im ganzen Steinlachtal bis nach Hechingen wahrgenommen. (H. v. Eck, Verzeichnis der geol. Literatur. Heidelberg 1890, S. 660.)

1889. Am 7. Januar wurden Oberschwaben südlich der Donau und das Neckargebiet um Stuttgart—Eßlingen erschüttert. Von der **Alb** kamen negative Berichte mit Ausnahme einer Brücke Urach—Ulm—Hundersingen. Genau wie am 22. I. 1896. Unbewegt war zwar am 22. Januar 1896 $0^h\ 47^m$ die Alb nicht, denn aus Urach und Hechingen wurde gemeldet „Erdbeben ziemlich stark". (J. Früh, Annal. met. Zentr. Zürich. 1896. VI. S. 11.)

1889 und f. Der Jurabruch im Südosten der Alb ist eine empfindliche Erdwunde. **Ulm** hatte Erdbeben in den Jahren 1737, 1755, 1766, 1769, 1778, 1796, 1828 und 1889. — **Günzburg** 1769, 1883 und 1889. — **Dillingen** und **Höchstädt** 1787 und 1889. — **Donauwörth** 1670, 1755, 1763, 1889, 1902, 1903, 1904. Viele dieser Beben sind in der Ferne entstanden, haben an diesen **Bruchrand** angebrandet und sind hier ganz oder teilweise ausgelöst worden. Manche derselben hatten indessen ihren Herd am Bruchrande, wie das tektonische Beben am 22. Februar 1889. — Die Lagerungsverhältnisse bei **Ulm** bedürfen indessen noch der Aufklärung. An das Vorhandensein einer einheitlichen **Bruchlinie** von Passau bis Ulm (Reindl, a. a. O. Taf. 5) glaube ich nicht. — (J. Reindl, Abhandl. d. Naturf. Gesellsch. Nürnberg. XV. Bd. H. 3. S. 39.)

1889. Im April erbebte das **Vorries**: Wemding, Bissingen, **Donauwörth.** Gleichzeitig machte sich ein Erregungszustand im ganzen Donautale zwischen Ulm und Donauwörth bemerkbar. (J. Reindl, Nürnberger Abhandl. XV. Bd. H. 8. S. 25.)

1890 f. **Hechingen.** In den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden aus Hechingen und Umgebung zahlreiche ganz lokale Erdbebenstöße gemeldet. Dieselben wurden aber später auf einen besonders empfindsamen Beobachter zurückgeführt und teilweise bezweifelt. Jedenfalls hat sich dieser Erdbebenherd seit längerer Zeit völlig beruhigt.

1890. Dagegen wurden am 7. und 14. Oktober auf der mittleren Alb zwei Erdbeben sicher beobachtet. Am 7. Oktober $0^h\ 12^m$ a. m. erschien bei **Großengstingen** ein Erdbebenherd und am 14. Oktober $2^h\ 30^m$ a. m. ein solcher bei Stetten unter Hohlstein, an der Lauchert. Beidemal zwei Stöße, der erste stärker als der zweite, beidemal ein kurzes Schwanken, Richtung SW—NO, mit unterirdischem Donnern und darauffolgendem Klirren. Am 7. Oktober gleichzeitig in Schaffhausen Erdstöße. Das Schüttergebiet (800 qkm) lag zwischen den Linien Ebingen—Hechingen und Hayingen—Pfullingen. Die Herde lagen der Oberfläche sehr nahe in den Quaderkalken des Weißen Jura δ. Die Stoßrichtung SW—NO. Sehr klar zeigte sich, daß die Schwingungsrichtung durch

die Lagerungsverhältnisse vorgeschrieben wird. Schichtenberstung (Großengstingen—Stetten) infolge von Gebirgsfaltung ist wohl die Ursache gewesen, denn nicht die Richtung, in welcher die Erschütterung sich fortpflanzt, ist zugleich die Stoßrichtung. Es war ein Längsbeben mit vorherrschender Stoßrichtung im Streichen des Gebirges, ein kleines **Blattbeben.** (A. Schmidt und C. Regelmann, Württ. naturw. Jahresh. 1891, S. 229—245.)

1890. Am 7. Oktober 0^h 12^m a. m. und am 14. Oktober 2^h 30^m a. m. ereigneten sich auf der mittleren Alb eigenartige Lokalbeben. Das erste stärkere Beben wird als ein starker Erdstoß geschildert; vom zweiten heißt es „Keine einzelnen Stöße. Es war ein schnelles Hin- und Herschwanken (Zittern). Es mögen in 5 Sekunden etwa 10 gleichartige Schwankungen gewesen sein." — Richtung der Stöße übereinstimmend mit der alten Herdlinie: Augstberg—Eisenrüttel **N 35° O**; parallel dem Streichen der Schichten. Am 7. Oktober lag der Herd bei **Groß-** und **Kleinengstingen**, am 14. Oktober aber in der Nähe von **Stetten unter Hohlstein.** Das Schüttergebiet umfaßte nur einen Kreis von etwa 12 km Halbmesser. Die Auslösung geschah in 200—300 m tiefen Quertälern nordwestlicher Richtung. (Einige neue Züge für die bereits oben geschilderten Beben.) (A. Schmidt und C. Regelmann, Württ. naturw. Jahreshefte. 47. 1891. S. 229 f.)

1892. Das weit verbreitete, kräftige Molassebeben am 1. August 4^h 59^m a. m. (Berner Zeit) hat stark an den Südostfuß der Alb angebrandet (Tuttlingen, Scheer, Mengen, Riedlingen, Ulm), die Alb selbst aber nur bei Spaichingen und Blaubeuren erschüttert. — Zwei Tage später, den 3. August **1892**, 4^h 35^m a. m., wurde die **Münsinger Alb** durch ein schwaches Nachbeben erschüttert. An ein selbständiges Lokalbeben ist hier kaum zu denken, vielmehr an eine verspätete lokale Auslösung der Haupterschütterung. (A. Schmidt, Württ. naturw. Jahresh. 1893, S. 264.)

1894. Am 12. Juli 2^h 19^m a. m. zeigte sich an der **Albtraufe** bei **Hechingen** wieder eines der hier so häufigen Lokalbeben, das sich besonders in **Onstmettingen** fühlbar machte. Die Häuser wurden so erschüttert, daß die Schlafenden plötzlich erwachten und die Familienväter das Haus durchsuchten. Es waren zwei schnell einander folgende Stöße von **W** nach **O**; dröhnend wie ferner Kanonendonner. Bodelshausen und **Hechingen** wurden ebenfalls ergriffen. Der letztere Ort wurde auch am 18. Juli und 9. Dezember 1894, sowie am 26. Januar und 4. Februar 1895 durch kräftige Erdstöße erschüttert. Die Bewegung ging meist von SW nach NO oder von O nach W. — (Die Arbeitsleistung dieser Lokalbeben findet der Geologe augenfällig in den Bruchlinien und Flexuren, welche dem **Albrand parallel** den Schichtenbau des Lias bei Bodelshausen, Ofterdingen, Nehren und Mössingen zerbrochen haben.) (A. Schmidt, Württ. naturw. Jahresb. 51. 1895. S. 386.)

1895. Am 23. März 1^h 0^m a. m. hat in **Hechingen** schon wieder ein Erdbeben mit wellenförmiger Bewegung stattgefunden. Das ist nun innerhalb 8 Monaten das 8. Erdbeben: 12., 17. Juli, 9. Dezember 1894; 28. Januar; 4. und 5. Februar; 11. März 1895. (A. Schmidt, Württ. naturw. Jahresh. 1896. S. 255.)

1897. Der Erzgebirgisch-Vogtländisch-Fichtelgebirgische Erdbebenschwarm, welcher in den Monaten Oktober und November auftrat, ereignete sich in den Landstrichen am Südrande des Erzgebirges, im **Vogtland**

und im Fichtelgebirge, welche schon vielfach von Erdbeben heimgesucht worden sind. (Nicht selten lösen Bodenbewegungen aus diesem Schüttergebiet solche im **Ries** aus.) (C. W. v. GÜMBEL, Sitzber. der math.-physik. Klasse der k. bayrischen Akad. der Wiss. Bd. XXVIII. 1898. Heft 1. S. 10.)

1903. Am 11. August 5^h a. m. wurden im **Ries** zwei leichte Erdstöße verspürt. Namentlich in **Nördlingen** schlugen die Hausglocken von selbst an. Erschüttert wurden ferner Nähermemmingen, Kleinerdlingen, Herkheim, **Hürnheim**, Hohenaltheim, Amerdingen und Harburg. In Kleinerdlingen und Amerdingen gingen die Stöße von unten nach oben. (J. REINDL, Nürnberger Abhandl. XV. Bd. H. 8 S. 26.)

1904. Am 11. März 6^h 30^m a. m. leichte Erdstöße zu Donauwörth, welche senkrecht von unten nach oben gingen; auch zu Harburg wurde das Beben bemerkt. — Ferner wurden in **Donauwörth** und **Nördlingen** am 10. November 5^h 10^m p. m. zwei ziemlich heftige Beben verspürt, welche eine Richtung **SO** nach **NW** hatten. Besonders stark und von 5 Sekunden Dauer zeigte sich die Bewegung im nördlichen Teile der Stadt **Donauwörth**. In Wörnitzstein und Wemding gingen die Stöße senkrecht von unten nach oben. (J. REINDL, Nürnberger Abhandl. XV. Bd. H. 8. S. 27.)

X. Die Erdbebenherde im Schweizerischen und im Französischen Jurazug.

a) Der Aufbau des Gebietes.

Der Schweizerische und der Französische **Jura** zeigen sich in den gefalteten Ketten durchaus abhängig von der Alpenfaltung, welche in der oligozänen und in der miozänen Tertiärzeit ihren Höhepunkt erreicht hat. Fast genau in der Richtung **N 90° O** scheidet die wichtigste Strukturlinie in diesem Jurazug, die „Mont Terrible-Kette" den nördlichen Tafeljura von dem südlichen Kettenjura. — Aber auch die beiden Halbhorste Vogesen und Schwarzwald haben in maßgebender Weise den Bau des Jurazuges beeinflußt. Sowohl die in Nord—Süd verlaufende Vogesenspalte (Rappoltsweiler—Altkirch—St. Ursanne), als die damit parallele Schwarzwaldspalte (Kandern—Lörrach—Hohe Winde) sind wichtige Strukturlinien im Jurazug. Zwischen diesen beiden Rheintalspalten wurde der gewaltige Jurakeil nordwärts eingetrieben, der die Trennung der beiden Halbhorste verschuldet hat. Zwischen denselben sind auch die Falten 12 km weiter nordwärts vorgedrungen, als in den Gebieten links und rechts, hinaus über den Blauen zu der Bürgerwaldkette bei Pfirt. Aber sowohl im „Elsgau" bei Pruntrut als im Basler Jura hören die Ketten mit derjenigen des Mont Terrible auf und der **Tafeljura** herrscht in den nördlich anschließenden Gebieten. Während aber die Gebirgsplatte im Elsgau sich nordwärts neigt, so daß die

Massenkalke des Weißen Jura sich hinabsenken unter das Tertiär des Sundgaus, treffen wir im Baselbiet eine weitgehende Zerstückelung der Juraplatte. In der Umgebung von Liestal ist die Platte aufgelöst in eine Menge **nordöstlich** gerichteter Horste und Gräben, deren Richtung senkrecht steht auf der früher genannten Erdbebenherdlinie: Liestal—Basel—Thann. Bei Genf tritt der **Kettenjura** in 9 großen weiten Falten auseinander, während er bei Olten so nahe zusammengerückt ist, daß die Faltung in eine mehrfache Überschiebung — auf dem Südfuße des Schwarzwaldes — übergeht. Die äußerste Falte senkt sich auf der Linie Grandson—Neuchâtel—Biel—Solothurn—Olten tief hinab in den Untergrund der Schweizerisch-Oberschwäbischen Molassemulde; dies ist auch die wichtigste Erdbebenherdlinie des Jurazuges.

Der Neuenburgersee (193 m tief) und der Bielersee entstanden gleich dem Murtensee durch Versenkung und Überschwemmung des pliozänen Talsystems Thiele—Broye. (H. Schardt, Bull. Soc. Neuchâteloise des sc. nat. 33. 1904—05. S. 186 f.) — Die Senkung betrug am Jurarande mindestens 200 m und erfolgte (nach Heim) — als letzter Akt und gleichzeitig mit der höchsten Erhebung der Zentralkette der Alpen — in glazialer Zeit, zwischen den Vergletscherungen II und III (Mindel- und Rißeiszeit). — Diese **Senkung am Jurarande** dauert in schwachem Maße heute noch fort. — Sie wird durch die außerordentliche Häufigkeit von **Lokalbeben** angedeutet und ist direkt durch Feinnivellements festgestellt. (J. Hilfiker, Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz. Bern. 1902. S. 22.)

b) Die jurassischen Erdbebenherde.

Im Innern des Schweizerisch-Französischen Jurazuges ist bisjetzt kein Erdbebenherd bekannt geworden. Auffallenderweise verhalten sich in dieser Beziehung die aufgefalteten Ketten genau so wie der aufgerichtete und durch NO ziehende Verwerfungen zerstückelte Tafeljura in Baselland und im Elsgau. Dagegen kommen vom Norden her aus dem **Basler** Untergrunde und aus dem Schwarzwald vom **Feldberg** her zahlreiche Erderschütterungen, welche größere oder kleinere Gebiete des Jurazuges in Bewegung setzen.

Im Süden ist der steile Absturz der südlichsten Jurafalte eine einzige Herdlinie: **Genf—Neuchâtel—Biel—Solothurn—Aarau—Lägern.** In den letzten Jahrzehnten haben sich am Genfersee **Genf** und **Nyon** und am Neuenburgersee **Grandson** als lokale Herde besonders oft bemerklich gemacht.

Weitere Stöße empfängt der Jurazug öfters von den **Alpen** her und namentlich von der Stoßlinie, welche in der Muldenachse des Molassebeckens liegt; lokale Herde zeigten sich hier insbesondere bei **Bern** und **Zürich**.

c) Belege und Literaturnachweise.

1879. Am 4. Dezember 5^h 34^m p. m. Eine Erschütterung des Nordwestufers des Genfersees, während am südlichen Ufer nichts verspürt wurde. Die größte Intensität hatte sie in **Genf**, wo übrigens auch nur die Stärke III beobachtet wurde. Der Stoß war ein Längsbeben, am Rande des Jura gegen das Molassebecken auf 150 km verfolgbar, bei nur 10 km Breite. (A. Heim, Jahrb. des Tellur. Observ. zu Bern, 1880, S. V.)

1880. Am 28. Juni 0^h 30^m a. m., 2^h a. m., 3^h 7—3^h 12^m a. m. erfolgten in Genf, Nyon und im Waadt drei Erdstöße, welche zusammen ein Erdbeben bilden. Von Genf bis gegen Lausanne wurden die Schlafenden durch eine starke Erschütterung mit Geräusch (unterirdisches Donnerrollen) erweckt. Als Stoßherd ist zuerst **Genf**, dann 3 Minuten später **Nyon** anzunehmen, wo die Intensität V sich zeigte. Am stärksten ist das NW-Ufer des Genfersees betroffen, die Erschütterung reichte bis an den Jura hinauf, aber nicht über denselben hinweg. Das Molassebecken zwischen Alpen und Jura ist das eigentliche Schüttergebiet. Die Stoßrichtung transversal zur Jurakette ist gut beobachtet worden. Die längszonale Spannung hat ihre Auslösung zuerst in Genf, dann unter dem Gebiet von Nyon, dann von Coppet gefunden. (A. Heim, Jahrb. des Tellur. Observ. zu Bern, 1880, S. XII f.)

1895. Das **Erdbeben** vom 13. Januar 5^h 15^m p. m. **im südlichen Schwarzwald** griff bemerkenswerterweise noch über auf den am Südrand des Schwarzwaldes gelegenen Tafeljura zwischen Basel und Schaffhausen und äußerte sich noch kräftig in Aarau. Sonst waren im Jahre 1895 Jura und Mittelland in Ruhe. (R. Langenbeck, Geogr. Abhandl. aus Elsaß-Lothringen. II. H. 1895. S. 378 f. und J. Früh, Annal. met. Zentr. Zürich 1895, V. S. 2 u. 3.)

1898. Am 22. Februar ereigneten sich zwischen 11^h 44^m a. m. und 2^h 20^m p. m. drei kräftige Erdbeben, welche ihren Herd unter **Grandson** am Neuenburger See hatten. Die größten Intensitäten (V—VIII) fielen in das Gebiet: Orbe—Vallorbes—Verrières suisses—Neuchâtel—Yvonand östlich Yverdon. Dieses Areal ist scharf elliptisch mit einer Längsachse von Orbe—Neuchâtel (parallel zum Kettenjura) und einer Querachse Yverdon—Verrières (senkrecht zum Streichen des Gebirges). Es ist ein echtes, jurassisches Beben, welches östlich des Sees beinahe nicht mehr verspürt wurde. Fast überall gab es im Jura Leute, welche vor Schrecken aus den Häusern liefen. Im See bildeten sich Wellen, welche eine Gartenmauer in Grandson auf 50—55 cm Höhe benetzten. — Am 3. März, 22. und 23. April wiederholten sich die Erdbeben, welche wieder von Grandson ausgingen. (J. Früh, Annalen der met. Zentral-Anstalt Zürich. 1898, S. 3 f.)

1899. Den 13. September 0^h 29^m a. m. erfolgte wiederum eines der häufigen Lokalbeben **Grandson**—Champagne (Waadt). Es war ein kräftiger Vertikalstoß. (J. Früh, Annalen der met. Zentr. Zürich, 1899, S. 3.)

1901. Am 15. Februar 6^h 30^m a. m. erfolgte der Hauptstoß eines alpinjurassischen Erdbebens um den Genfersee. In Versoix, **Nyon**, Longirod und Lausanne wurde er als vertikal empfunden. Am 17. und 18. Februar wiederholte sich in demselben Schüttergebiet das Erdbeben in 3 Stößen. — Ferner den 14. Juli 5^h 22^m p. m. Lokalbeben: **Nyon**—Céligny. (J. Früh, Annalen der met. Zentr. Zürich, 1901, S. 2.)

1901. Den 24. März ca. 4^h 30^m a. m. Erdbeben im **Basler Tafeljura** und im Aargau bis Olten und Solothurn. Die Leute wurden aufgeweckt, im Bett gehoben und gesenkt (**Basel**). Ferner: den 22. Mai 7^h 57^m a. m. Erdstoß in **Basel** und Umgebung. In der Stadt wurde der Erdstoß relativ heftig, in Baselland ziemlich schwach empfunden. Acht Beobachter, die sämtlich auf einer „Linie von der Missionsstraße zum Süden der Wettsteinbrücke" stationiert waren, meldeten einen einzigen vertikalen Stoß. — Im Sundgau war der Erdstoß noch kräftiger, so in Mülhausen, Altkirch, Sierenz und Kems. (J. Früh, Annalen der met. Zentr. Zürich, 1901, S. 3 f.)

XI. Die Erdbebenherde im Oberschwäbisch-Schweizerischen Molassebecken, im Bodensee und in den Voralpen.

(Mit besonderer Rücksicht auf Säntis, Algäu und Vorarlberg.)

a) Der Aufbau des Gebietes.

Der Bau des **Molassebeckens** zwischen dem Jurazug und den Alpen ist ziemlich einfach. Der Obere Weiße Jura verschwindet auf der Linie Aarau—Schaffhausen—Ulm endgültig unter den Schichten der miozänen Molasse; das ist die nahezu geradlinig (etwa 570 m über dem Meere) verlaufende Mantellinie einer tonnengewölbeartigen Mulde, welche der variskischen Strukturlinie **N 51° O** gehorcht. In der miozänen Tertiärzeit lag in dem langgestreckten Dreieck Genf—Regensburg—Linz eine Geosynklinale, in welcher eine unermeßliche Fülle von feinen Sanden nach und nach zur Ablagerung gelangte. Die Mächtigkeit der oberen Süßwassermolasse mit *Unio flabellata* und *Helix sylvana* schwillt in der Mitte des Beckens wohl auf 400 m an, die Meeresmolasse darf man dort auf mindestens 300 m schätzen und die untere Süßwassermolasse mit *Helix rugulosa* dürfte mehr als 600 m erlangen. Diese Mächtigkeiten keilen aber aus, einerseits gegen den Jura hin, andererseits aber gegen die Alpen her. Die ganze Molassemulde ist aber als ein umgekehrtes Gewölbe zwischen beiden Gebirgen eingeklemmt. Die große Antiklinale Hochham-Hauchenberg (etwa 1215 m über dem Meere) in **N 63° O** verlaufend, schließt die tonnenförmige Mulde am Rande der Voralpen ab; hier steigt auch die sonst meist von der oberen Süßwassermolasse verdeckte Meeresmolasse wieder an den

Tag. Am meisten interessiert uns hier der Verlauf des Muldentiefsten, der Achse der Nordschweiz. Diese liegt unter der Geraden N 64° O: Grandson (am Neuenburgersee) — Aarberg — Herzogenbuchsee — Zofingen — **Frauenfeld** — Konstanz — Ravensburg — Memmingen. Hier lösen sich noch heute häufig — in der Tiefe — die Spannungen des genannten Gewölbes aus. Diese Achse bildet daher eine der wichtigsten Erdbebenherdlinien Südwestdeutschlands. Die Alpen möchten immer noch vorrücken gegen N und drücken energisch auf das Molassegewölbe, das sich gegen Schwarzwald und Jura stemmt; irgendwo in der Mitte muß es krachen und eine zeitweilige Auslösung schafft dann wieder für einige Zeit Bodenruhe.

Die Strukturlinien in dem kleinen Stück der **Voralpen**, das — im Südosten — noch in unser Karten- und Betrachtungsgebiet hereinragt, hängen natürlich aufs engste mit der Alpenfaltung der Tertiärzeit zusammen, aber auch und fast noch mehr mit den gewaltigen Überschiebungen, welche derzeit das besondere Interesse der Geologen beanspruchen. In den Säntisketten und in den Algäuer Kalkalpen schimmert in der **SW — NO**-Richtung der Faltenzüge noch die variskische Strukturlinie durch; während das alpine System in dem **W—O** gerichteten Faltenwurf der Vorarlberger Kreidezüge deutlich zur Geltung gelangt. — Der Säntis ist nach A. Heim eine gefaltete Überschiebungsdecke, welche durch Horizontalschub etwa 50 km weit aus dem Rheintal bei Chur hergebracht ist; er hat keine Wurzel, sondern schwimmt auf dem Flysch. — Ebenso sind die Kalkalpen im Algäu und im Vorarlberg Teile der großen rätischen Schubmasse, welche — nach A. Rothpletz — ebenfalls auf Flysch schwimmend weit aus dem Südosten her transportiert worden ist. An den Bruchspalten, welche diese Schubmassen von der hochaufgewölbten Zone der kristallinen Zentralalpen scheiden, finden wir eine Reihe von Erdbebenherden, zum Zeichen, daß auch diese Massen noch nicht zur Ruhe gelangt sind. Noch heute ist in der Tat der **Nordrand des Grundgebirgskernes der Alpen** der allerwichtigste Erdbebenherd für das ganze südwestdeutsche Land. Wir haben insbesondere allen Grund, den Erdbebenherd **Innsbruck** scharf im Auge zu behalten. (Vergl. in betreff der tertiären Überschiebungen: A. Rothpletz, Geologische Alpenforschungen. B. II. München 1905 und G. Steinmann, Geologische Probleme des Alpengebirges. Zeitschr. des deutsch. u. österr. Alpenvereins. Jahrg. 1906.)

b) Die Erdbebenherde des Molassebeckens.

Dieses Gebiet ist seismisch unruhig. Es ist als ein Gewölbe eingespannt zwischen die Voralpen und den Jurazug von Genf bis Ingolstadt. Die Alpen suchen gegen NW vorzurücken und das eingeklemmte Gewölbe muß durch neue Brüche und Erdbeben die Spannung immer wieder auslösen. Die wichtigsten Erdbebenherde liegen in der tief versenkten **Muldenachse**, welche von Grandson am Neuenburgersee über Herzogenbuchsee, Zofingen, Zürich, Winterthur und Frauenfeld nach Konstanz, Ravensburg und Memmingen **N 64° O** verläuft. In den letzten Jahrzehnten hat namentlich der Thurgauer Herd öfters die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, welcher in und bei **Frauenfeld** liegt; ebenso der **Bodensee**.

Die nördliche Herdlinie ist beim Jura und bei der Schwäbischen Alb schon genannt worden. Sie folgt dem Fuße der südlichsten Jurafalte Genf—Grandson—Neuchâtel—Solothurn—Aarau—Schaffhausen—Ulm—Ingolstadt. Der Herd **Eglisau**, in früheren Zeiten auch **Saulgau** und **Biberach** machen hier viel von sich reden.

Die südliche Herdlinie liegt auf der großen Antiklinale Bern—Luzern—Appenzell—Sonthofen und auf den Stirnrändern der rätischen Schubmassen. Diese Herde senden ihre Kraftwellen oft tief hinein in das schwäbische Land; sie erhalten aber den Anstoß meist vom **Nordrande der kristallinen Hochalpen** aus.

c) Belege und Literaturnachweise.

1. Für das Muldentiefste des Molassebeckens.

1601. Am 7. und 8. September großes Erdbeben in ganz Süddeutschland. „Wo aber vorgedachter erdbidem schaden zuegfüegt hatt, würd vermäld, er hab zue Basel, Schaffhusen, St. Gallen und mer stetten am Ryn die kämmin ab den tächern geworfen. Zu **Luzern** hat er die groß kirchen zerspalten. Zu **Zürich** hat der see grusam erschreckentlich gewüet.“ (J. Schorn, Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902. S. 38.)

1650. In diesem Jahre wurde die Herrschaft **Hohensax** bei Zürich 18mal an verschiedenen Tagen erschüttert. Dieses Gebiet ist auch sonst als Erdbebenherd bekannt. (R. Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. Heft I. 1892. S. 25.)

1880. Am 23. Mai erfolgten in Islikon und Gachnang (Thurgau) zwischen 1^h a. m. und $11^h\,50^m$ a. m. 4 Erschütterungen, während im nahen **Frauenfeld** nichts gespürt wurde. Ein sehr sorgfältiger Beobachter, der im Bette lag, hatte das Gefühl, durch einen Stoß von unten gehoben zu werden. Stoßrichtung SW—NO. Jeder der Stöße war von einem gleichzeitigen Knall begleitet. Auch frühere Erdbeben wurden in Islikon und Gachnang stärker verspürt als in der Umgebung. (A. Heim, Jahrb. des Tellur. Observ. in Bern. 1880, S. XII.)

1881. Am 27. Januar, nachmittags $2^h\ 20^m$, erfolgte der Hauptstoß eines starken Erdbebens, das nach F. A. Forel sein **Zentrum in Bern** hatte, von wo es sich bis in eine Entfernung von 150 km bemerkbar machte. Der Stoß breitete sich strahlenförmig aus. (Karlsruher Verh. IX. 1883. S. 74.)

1892. Durch das Studium der Schweizerischen Erdbebenberichte wurde ich oft auf die obige Herdlinie geführt. Zunächst spricht dafür das große Beben vom 1. August **1892**, $4^h\ 59^m$ a. m. Bernerzeit; welches ein Gebiet von 30 000 qkm erschütterte. Der Stoß erfolgte in **Zürich** und in dem 80 km entfernten Kehlen bei Friedrichshafen im gleichen Moment und zeigte im **Thurgau** den Stärkegrad V—VI. Erschüttert wurden $^3/_4$ der Schweiz und anstoßende Gebiete von Baden (bis Kinzig), Württemberg (bis Reinerzau), Bayern und Vorarlberg. Am Südostfuß des Jura und der Schwäbischen Alb brandete es kräftig an: in Thayingen wurden zwei Kinder aus dem Bett geworfen; in **Scheer** wurde eine Person im Bett aufgeworfen; in **Mengen** verließen Leute das Bett aus Furcht; in Kappel bei Lenzkirch fielen noch Gegenstände um. In Winterstettenstadt und Waldsee hatte der Stoß noch die Intensität IV. Überall zeigte sich ein 2—3 Sekunden dauerndes wellenförmiges Heben und Senken des Bodens; voraus ging ein donnerähnliches Rollen. Die Stoßrichtung war meist N—S oder S—N; aber auch durch das Schichtstreichen abgelenkt am Jurarand SW—NO. Es liegt also ein tektonisches Längsbeben vor: **Bruch auf der Herdlinie im Thurgau,** mit teilweiser Auslösung im Norden am Jurarand, im Süden an der appenzellischen Antiklinale. (J. Früh, Annal. met. Zentr. Zürich 1892. VI. S. 7—15 u. ff. A. Schmidt, Württ. naturw. Jahresh. 1893. S. 249.)

1897. Den 15. Juni $5^h\ 12^m$ p. m. ereignete sich wiederum eines der häufigen **Lokalbeben an der Murg** (Thurgau). Dauer 2—5 Sekunden. Es wurde beobachtet in **Frauenfeld**, Kurzdorf, Felben, Weingarten bei Lommis und Oberwangen. Darnach wurde auch diesmal wieder ein elliptisches Areal erschüttert mit einer **SO—NW** streichenden Längsachse von 15 km und einer Querachse von 5 km. Es war ein Stoß oder Schlag von unten. Die schaukelnde Bewegung war von einem dumpfen Geräusch begleitet. (J. Früh, Annalen met. Zentr. Zürich. 1897. S. 3 u. 4.)

1898. Die seismische Unruhe in der nordschweizerischen Molasse-Muldenachse zeigt sich öfters in kleinen Lokalbeben in der Nähe von Frauenfeld. So z. B. am 18. Februar, $3^h\ 25^m$ p. m., ein zonales Erdbeben **Aawangen—Frauenfeld—Pfyn** (Thurgau) auf einem 11 km langen und kaum 2 km breiten Gebiete. (J. Früh, Annal. met. Zentr. Zürich. 1898, S. 2.)

1899. Den 3. Juli, $0^h\ 15^m$ a. m., ereignete sich wiederum im Muldentiefsten des Molassebeckens ein schwaches ostschweizerisches Erdbeben umschrieben durch die Orte: Unter-Hallau—Dozwil (Thurgau)—Aatal bei Uster und Zürich mit einer ONO—WSW gerichteten Längsachse **Dozwil—Zürich** von 67 km und einer senkrecht darauf streichenden Querachse Uster—Unter-Hallau von 67 km. Der Stoß schien im allgemeinen vorherrschend S—N oder umgekehrt zu erfolgen. Ein Beobachter in **Frauenfeld** fühlte sich im Bett hin und her gerüttelt. (J. Früh, Annalen der met. Zentr. Zürich. 1899, S. 2.)

1902. Den 19. Juni, $10^h\ 24^m$, ereignete sich in der Zone Innsbruck—Brenner—Sterzing—Botzen ein starkes Tiroler Erdbeben, das in den Kantonen St. Gallen, Thurgau, Schaffhausen und **Zürich** noch in 1—2 Erd-

stößen verspürt wurde und im Muldentiefsten des Molassebeckens austönte. (J. Früh, Annalen der met. Zentr. Zürich. 1902. S. 2 u. 3.)

1902. Den 11. Juli, 1h a. m., weckte in der Stadt **Frauenfeld** ein Lokalbeben verschiedene Einwohner. Es war ein Knall und nachher folgte die Erschütterung. (J. Früh, Annalen der met. Zentr. Zürich. 1902, S. 3.)

2. Für den Bodensee.

Der Bodensee ist in den letzten Jahrzehnten gründlich erforscht worden, durch die internationale Vollzugskommission zur Erstellung einer Bodenseekarte; letztere wurde im Jahre 1896 vollendet. Die geologische Geschichte der alpinen Randseen hat ebenfalls viele Federn in Bewegung gesetzt. Nun zeigt sich zu unserer Überraschung der Bodensee noch als Erdbebenherd. Er ist noch heute in **Senkung** begriffen. Die Feststellung dieser wichtigen Tatsache verdanken wir den Feinnivellements, welche von den Uferstaaten von allen Seiten her an den See geführt wurden.

Dove hat bereits im Jahre 1867 darauf aufmerksam gemacht, daß bei der Anlage eines genauen Höhennetzes sorgfältig darauf zu achten sei, daß eine durch Hebungen oder Senkungen der Erdkruste bewirkte Veränderung im Höhenstande der Marken durch Nachnivellieren von möglichst sicheren Höhenfestpunkten aus entdeckt werden könne. Sartorius von Waltershausen machte für die internationale Erdmessung hierauf bezügliche spezielle Vorschläge. (Verh. 1867. Berlin. S. 141.)

Im schweizerischen Nivellement haben Neumessungen (zwischen 1866 und 1901) schon vielfach auf Bodensenkungen schließen lassen. Man fand am Quai zu Neuenburg 31 mm Senkung; am Gymnasium zu Neuenburg 14 mm Senkung; im großen Moos, unweit Murten 130 mm Senkung.

Ähnliche Erscheinungen zeigten sich (zwischen den Jahren 1871 und 1895) am **Bodensee** zwischen Rheinegg, Bregenz und Lindau; indem sämtliche alte Höhenmarken dieser Strecke gegenüber den früheren Nivellements **Senkungen** zeigten, deren Maximum im Hafen von Bregenz auf **0,1 m** ansteigt. (J. Hilfiker, Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz. Bern 1902. S. 22 f.)

Die nachstehenden Detailschilderungen dürften überdies auch geeignet sein, die rätselhaften Schallerscheinungen im Bodensee, das sogen. Seeschießen, aufzuklären.

1048. Am 15. und 16. November ereigneten sich Erdbeben am Bodensee. Lycosthenes berichtet: „Terraemotus magnus factus est circa **Constantiam** ad

Lacum Acronium situm.“ (J. Schorn. Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902. S. 9.)

1666. Am 1. September fand zu Arbon am **Bodensee** ein Erdbeben statt, infolgedessen der See 25—30 Fuß über seine Ufer trat, sich aber rasch wieder zurückzog. (R. Langenbeck, Geogr. Abh. aus Elsaß-Lothringen. Heft I. 1892. S. 26.)

1755. Am 1. November vollführte zu **Lissabon** ein furchtbares Erdbeben in drei mächtigen Stößen ein gräßliches Zerstörungswerk. Der Bodensee stieg gleichzeitig bei Stein a. R. um etliche Fuß, während einiger Augenblicke. (J. Schorn, Erdbeben in Tirol und Vorarlberg. S. 66.)

1826. Am 15. Dezember abends ereignete sich ein **Oberschwäbisches Beben**, das im oder am **Bodensee** seinen Herd hatte und sich über die vordere Schweiz ausbreitete bis Bern und auch nach Augsburg hin, sowie in Tirol bis Innsbruck; nördlich aber nach Giengen a. d. Brenz seine Wellen aussandte. (Plieninger, Württ. naturw. Jahresh. 1855. S. 449.)

1838. Am 5. März, $9^1/_2{}^h$ a. m., erfolgte auf der Insel Reichenau, zu **Konstanz** und in den Bodenseeorten eine heftige Erschütterung. (Plieninger, a. a. O. S. 449.)

1870. Am 18. März 5^h 10^m a. m. heftiges Beben in **Friedrichshafen** am Bodensee. (C. W. v. Gümbel, Sitzber. Bayr. Ak. Bd. XIX. 1889. S. 100.)

1881. Am 24. Februar abends 8 Uhr. Erschütterungen in **Ludwigshafen** am Bodensee. (C. W. v. Gümbel, Sitzber. Bayr. Ak. Bd. XIX. 1889. S. 104.)

1886. Am 13. Oktober 7^h 43^m wurde **Friedrichshafen** und Umgebung durch einen Erdstoß erschreckt. Die damit verbundene Bewegung glich einem Schlag von unten mit nachfolgendem, etwa 2 Sekunden dauerndem Schwanken **S—N**. Mit dem Stoß wurde ein knallartiges Geräusch wahrgenommen. In **Oberteuringen** und Hemigkofen waren die Wirkungen am kräftigsten. Mehrere Nachbeben folgten. Auch früher trat diese Gegend schon öfters als selbständiges Schüttergebiet auf (18. März 1870, 2. Dezember 1876). (H. Eck, Württ. naturw. Jahresh. 43. 1887. S. 395.)

1892. Das große Beben vom 1. August, 4^h 59^m a. m. Bernerzeit, lieferte eine beachtenswerte Beobachtung im **Untersee**: „Tüchtige Fischer in Ermatingen sahen Millionen von Sumpfgasblasen im See, soweit das Auge reichte; die Oberfläche des Wassers geriet in wallende Bewegung. Sowie die Blasen zerplatzt, war der See wieder ruhig und eine Wellenbewegung, welche die Beobachter nach dem Erdbeben sicher erwarteten, blieb aus.“ (J. Früh. Annal. met. Zentr. Zürich 1892. VI. S. 10.)

1896. Mitten im **Bodensee** — und von der Rheinmündung aus — nehmen wir eine Erdbebenherdlinie Bodman—Meersburg—Rheinspitz an, gestützt auf die von dort ausgehenden Detonationen, das sog. **Seeschießen**. Diese starken Schläge mit donnerähnlichem Rollen und kanonenähnlichem Knall deuten sicher auf tektonische Vorgänge — vielleicht mit Gasentladungen — im tiefsten Seegrunde. Gute Beobachtungen wurden z. B. am 15. April 1896 gemacht. — Auch Freiherr v. Lassberg hörte ums Jahr 1850 auf Schloß Meersburg gar oft die „aus dem See“ kommenden schußartigen dumpfen Schläge. — (E. Graf Zeppelin, Zum sog. Seeschießen. Schriften d. Ver. f. Geschichte des Bodensees. XXV. S. 13.)

Noch deutlicher spricht eine Beobachtung von Rorschacher und Lindauer Schiffsleuten für diese Auffassung. „Unter gewaltigem Getöse wurde — am

3. August 1831, um ½8 Uhr morgens — eine Wassersäule haushoch in die Luft getrieben. Es entstand im See eine so starke Bewegung, daß gewaltige Wellen in Romanshorn und Langenargen bemerkt wurden. Das dürfte doch wohl ein Seebeben „nahe dem Alten Rhein", nicht aber eine unterseeische Erdrutschung gewesen sein." (a. a. O. S. 4.)

Diese Notiz veranlaßte mich die Lotungen im Bodensee näher zu studieren. In der Tat zeigt sich ein merkwürdiger **Trichter — „das Hörnlimannloch" — im** Seegrund an einer auffallenden Stelle, nämlich von Langenargen 4,2 km südwärts und vom „Rheinspitz" (Rheinmündung) 7,3 km westwärts, im Zug der tiefen unterseeischen Rheinrinne. Dort zeigen die Tiefenkarten die Ziffer **198 m**, während die Umgebung ringsum nur 185 m Tiefe hat. Dieses kraterähnliche Loch — von 100 m Durchmesser — kann sich von den fortwährend ankommenden Schlammmassen nur frei halten, wenn es mit großer Gewalt, durch einen Gasbläser, von Zeit zu Zeit gereinigt wird.

1898. Erdbeben am 6. Oktober, $5^h\ 8^m$, Pfullendorf — Krauchenwies. Stoß SW—NO. v. Kraatz-Koschlau vermutet den Erdbebenherd über dem zusammenhängenden Massendefekt bei **Ludwigshafen**, welchen Hofrat Haid nachgewiesen hat. (Vergl. v. Kraatz-Koschlau, Karlsruher Verh. XIII. 1900, S. 455—456.)

3. Für den Südrand des Molassebeckens.

1880. Vom 19.—24. September erfolgten im Molassebecken bei **Freiburg** (Westschweiz) 8 Erdbeben. Sie zeigten bedeutende Intensität bei sehr geringer Ausbreitung. „Die Ausdehnung hängt gar nicht direkt von der Intensität ab." Die stärkste Erschütterung fand in einer Zone von bloß 20 km Länge und 5 km Breite statt. In diesem engen Gebiet — der Längsachse der Alpen parallel — stieg die Intensität auf VII. (A. Heim, Jahrb. des Tellur. Observ. in Bern. 1880, S. XXI.)

1881. Am 27. Januar, $2^h\ 20^m$ p. m., heftige Erschütterung in **Bern**, die weiterhin in Zürich, Glarus, Waldshut usw. fühlbar war. (A. Heim, Jahrb. des Tellur. Observ. in Bern. 1880, S. XXII.)

1888. Am 15. Februar, $6^h\ 15^m$ a. m. (Berner Zeit), ereignete sich ein ostschweizerisches Molassebeben, im Nordflügel der Antiklinale: **Hochham—Au.** Der Stoß wurde empfunden als ein kurzer (1—2 Sek.) nicht sehr starker „Ruck" oder „Seitenstoß", der aber doch über den Bodensee noch hinüberwirkte und in Friedrichshafen, Hemigkofen und Tettnang (W—O) beobachtet wurde. Das Erdbeben spielte sich aber wesentlich im Kanton Appenzell und dem benachbarten St. Gallen ab und ist als **kleine Verschiebung der Molasseschichten** in der Nähe der genannten Antiklinalen aufzufassen, d. h. Bruch in der Richtung N 55° O und Stoßfortpflanzung im Streichen der Mulde (SW—NO). (J. Früh, Annal. met. Zentr. Zürich. 1891, S. 7.)

1891. Am 23. Januar, $9^h\ 5^m$ p. m. (Berner Zeit), spielte sich im **Säntisgebiet** und der ihm vorgelagerten Molasse ein appenzellisch-rheintalisches Beben ab. Der Herd scheint in der Nähe von **Urnäsch** gelegen zu haben. In Rorschach zerbrach noch ein Lampenglas; über den See griff aber die Bodenbewegung nicht herüber. Die Stoßrichtung war dem Streichen parallel SW—NO. J. Früh betrachtet das Beben als ein tektonisches Transversalbeben und als eine 3 Tage später erfolgte Auslösung von Spannungen in dem gefalteten Gebirge am

Stirnrand des Säntis; ein schwaches Komplement zu dem kräftigen alpinjurassischen Beben vom 20. Januar 1891. Das **St. Gallische Rheintal** und das Säntisgebiet sind habituelle Stoßgebiete, welche öfters bewegt werden. (Annal. met. Zentr. Zürich 1891, S. 19 ff.)

1898. Am 6. Mai, ca. $2^h\ 10^m$ p. m. M. E. Z., erschütterte ein kräftiges **alpinjurassisches Erdbeben** den größten Teil der Schweiz, das östliche Frankreich, Norditalien und Südwestdeutschland. Das Beben ist durch 615 Berichte gut gekennzeichnet. Am gleichen Tag, 10^h p. m., erfolgte eine Bewegung der ganzen Voralpenzone **Frutigen—Simmental** usw. durch ein Nachbeben. Gerade hier in der Zone der stark überschobenen Voralpen entfaltete auch der Hauptstoß, $2^h\ 10^m$, seine größte Stärke. Besonders kräftig war das Erdbeben im **Kandertal** und seinen Seitentälern; im Kiental „rollten ringsherum Steine von den Bergen ins Tal". Gute Zeitangaben stellen aber die Tatsache fest, daß der Stoß in der Linie **Genf—Zürich** zuerst aufgetreten ist ($2^h\ 10^m\ 30^s$). Von hier hat er sich nach NW und SO fortgepflanzt. Hier liegt also der Beweis vor, daß in der Achse der Molassemulde ein **Bruch** erfolgte, die größten Wirkungen aber am Stirnrande der **Voralpen** sich äußerten. Also wohl Fortsetzung der Faltung in N 60° O (variskisch) und Schub in der Richtung N 30° W. — Bemerkenswert ist, daß die Bewegung den Bodensee nicht überschritt und an den südlichen Randspalten der Vogesen und des Schwarzwaldes sich auslöste, im Rheintalgraben aber bis Straßburg vordrang. Die Alb blieb ruhig, aber der ganze schweizerische und französische Jurazug wurde erschüttert. Der Kaiserstuhl blieb ruhig. Die Rheintallinie Chur—Rheineck bildete eine scharfe Grenze der Erschütterung. (J. Früh, Annalen met. Zentr. Zürich 1898, S. 6—12.)

4. Für den Nordrand des Molassebeckens.

1842. Am 14. Januar, $1^h\ 15^m$ a. m., erfolgte in **Biberach** ein heftiger Erdstoß in der Richtung SW—NO. Demselben folgte am 15. Januar. $1^h\ 20^m$ a. m. daselbst ein zweiter, wieder heftiger, senkrechter Stoß mit zwei wellenförmigen Bewegungen. Am 16., 17. und 18. Januar wiederholten sich die Stöße. (Plieninger, Württ. naturw. Jahresh. 1855. S. 449.)

1886. Am 28. November, 11^h p. m., erfolgte in **Stockach** ein lokales Erdbeben in 3 Stößen innerhalb 5—6 Sekunden. Der erste dieser Stöße war so stark, daß viele Leute aus dem Schlafe geweckt wurden. Es war eine von Südost nach Nordwest fortschreitende wellenförmige Erdbewegung. **Ludwigshafen,** Überlingen und Meersburg wurden gleichzeitig erschüttert. „Das Vorkommen von Erdbeben ist in Stockach keine Seltenheit und pflegen dieselben in Zeiträumen von 5—6 Jahren wiederzukehren." Ähnliche lokale Beben traten auf derselben Linie auf am 11. Januar 1881; 24. Februar 1881; 21. März 1886; 16. November 1886. A. Knop denkt hier zunächst an Zusammenstürze von Kalksteinhöhlen im weißen Jura, im Zusammenhang mit der Donauversinkung Möhringen—Aach. (Vergl. Karlsruher Verh. X. 1888, S. 121—127.)

1897. Den 25. Juni ca. $10^h\ 35^m$ p. m. erwies sich — wie so oft — **St. Blaise,** Kt. Neuchâtel, als Erdbebenherd. Alle Einwohner nahmen „den senkrecht von unten" kommenden Stoß wahr oder wurden vielmehr erschreckt durch eine kräftige Detonation. Der See schlug lange Zeit nach dem Stoß mit starker Woge an den Strand. In einem Hause sprang eine auf eine Holzkiste gestellte brennende

Lampe durch den Stoß ungefähr 1—2 cm in die Höhe. (J. Früh, Annalen met. Zentr. Zürich. 1897. S. 4.)

1898. Den 6. Oktober ca. 5^h a. m. bewegte ein Erdstoß Oberschwaben. Das Schüttergebiet kann etwa durch folgende Orte abgegrenzt werden: Ballendorf bei Ulm—Waldsee—Ravensburg—Tettnang—Zürich—Schaffhausen—Aichhalden bei Oberndorf und Dornhan n. w. Sulz—Hechingen. Der Herd lag wie so oft in der Kante der Meeresmolasse bei **Saulgau** und brandete am Albkörper bei Mengen noch ebenso kräftig, wie im Zentrum mit dem Grad IV—V der Skala Forel-Rossi an. In Saulgau wurde die ganze Bevölkerung erweckt. Manche liefen halb angekleidet auf die Straße. (J. Früh, Annalen met. Zentr. Zürich. 1898, S. 12 und A. Schmidt, Württ. nat. Jahreshefte 1899, S. 438 ff.)

Die stärksten Erschütterungen lagen im Gebiete **Mengen—Saulgau**. Innerhalb eines Kreises von 20 km Radius liegen 26 der 38 genannten Orte, meist im Gebiet der Meeresmolasse. Dieselbe bildet den Nordflügel der großen oberschwäbischen Mulde, der mit starkem Einfallen in die Tiefe zieht und erst bei St. Gallen wieder aufbiegt, um das Licht des Tages zu erreichen. Wie des öfteren Erdbeben durch Abrutschen des St. Galler Flügels hervorgerufen werden, so dieser Stoß durch den Saulgauer Flügel. Wie gewöhnlich fanden auch einige Nachbeben statt.

1899. Am 9. Januar 1899, 4^h 28^m, wurde in einigen Orten westlich von Wolfartsweiler und Sießen bei **Saulgau** wiederum ein Erdbeben wahrgenommen. Dasselbe war von einem unterirdischen gewaltigen Rollen begleitet und dauerte etwa $1^1/_2$—2 Sekunden. Die Bewegung schritt wellenförmig voran in östlicher Richtung. Es ist dies innerhalb eines Vierteljahrs das **dritte** Erdbeben. Das letzte fand am 30. November 1898, das vorletzte am 6. Oktober 1898 statt. (A. Schmidt, Württ. naturw. Jahresh. 1900.)

5. Für die Voralpen.

a. Die alpinen Erdbebenherde, soweit sie für Südwestdeutschland von Wichtigkeit sind.

Die alpinen Erdbebenherde, welche Südwestdeutschland bedrohen, liegen in zwei Reihen geordnet, teils am **nördlichen Stirnrand** der gefalteten Schubmassen der Voralpen, teils an dem **Südrand** derselben auf der Bruchlinie gegen die kristalline Zentralzone. Dazu kommt noch die — seismisch sehr regsame — Herdlinie im St. Gallischen Rheintal: **Chur—Bregenz**. — In der vorderen Reihe ist für Schwaben insbesondere der Nordfuß des **Säntis** und der **Bregenzerwald** von Bedeutung. Das schwere Geschütz steht aber in der hinteren Reihe, auf der Linie Arlberg—Landeck—Imst—**Innsbruck**—Hall—Schwaz. Von hier aus stürmen von Zeit zu Zeit kräftige Druckwellen nordwärts oder genauer in der Richtung **N 17° W**.

b. Die Belege und Literaturnachweise.

1572. Mit dem 3. Januar dieses Jahres begann im Inntale eine bis in den Juli hinein währende Erdbebenperiode. In **Innsbruck** blieb fast kein Ge-

bäude unbeschädigt; fast ebenso in dem benachbarten **Hall** und zu **Schwaz**. Ähnliche Beben ereigneten sich auch später noch bis ins Jahr 1595, wo in **Hall** der Pfarrturm beschädigt wurde. Die gewaltigsten Stöße wirkten weit hinaus ins Molasseland nach München, Augsburg und nach Franken. (C. W. v. GÜMBEL, Neuburg. S. 91 und J. SCHORN, Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. S. 31 f.)

1670. Den 17. Juli bis 17. Juli 1671 herrschte im unteren Inntal, vornehmlich zu **Hall** eine ganze Reihe von (über 300) „großen und erschröcklichen erdpidmen". Schon in den Jahren 1662—1669 war es dort unruhig. „Dieses Unglück ist auch zu Lindau, Memmingen, Leutkirch, Kempten, **Nördlingen** u. a. orten, aber nicht so groß wie in **Hall** gewesen." (J. SCHORN, Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. S. 41—56.)

1689. Am 22. Dezember 2^h a. m. erfolgte ein schreckliches Beben, das besonders **Innsbruck** und **Hall** schwer heimsuchte (auch Augsburg) und mit dem eine durch Monate sich hinziehende Erdbebenperiode begann. (J. SCHORN, Erdbeben in Tirol und Vorarlberg. S. 58.)

1851. Am 6. Februar um 11^h 52^m p. m. verspürte man in **Imst** eine 2—3 Sekunden dauernde, bedeutende Erderschütterung, anscheinend in der Richtung von W nach O. Kinder und Erwachsene erwachten und erschraken ob des dem Wagengerassel ähnlichen Getöses. Niemand erinnerte sich in **Imst** eines so heftigen Erdbebens. (J. SCHORN, Erdbeben in Tirol und Vorarlberg. S. 87.)

1851. Am 28. Oktober um 4^h 30^m p. m. fand im Lechtale (**Elbigenalp—Reutte**) in Ehrwald, am Fern und in Nassereit ein scheinbar von W nach O rotierendes Erdbeben von ungefähr 5 Sekunden Dauer statt. In **Elbigenalp** liefen mehrere Leute aus den Häusern und es war, als rolle über die Beobachter von ferne her ein schweres Fuhrwerk (hier regte sich offenbar die rhätische Schubmasse). (J. SCHORN, Erdbeben in Tirol und Vorarlberg. S. 88.)

1873. Am 29. Juni um 5^h a. m. begann im Bellunesischen (bei **Belluno**) mit einem furchtbaren Erdstoß eine durch das ganze Jahr sich hinziehende Erdbebenperiode. Das Erschütterungsgebiet dieses mächtigen Erdbebens erstreckte sich über die ganze Breite der Alpen und reichte nach Bezau, Bregenz, Dornbirn, Feldkirch bis weit nach Bayern hinein (**Augsburg**). (J. SCHORN, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902. S. 114 f.)

1874. Am 3. Dezember um 1^h 25^m a. m. wurde — wie so häufig — die Bevölkerung **Innsbrucks** durch einen bedeutenden Erdstoß aus dem Schlafe geschreckt. Dieser Erdbebenherd zeigt seit langer Zeit große Unruhe. Es ist nicht möglich, die zahllosen Stöße hier auch nur anzudeuten. Sie sind sorgfältig gebucht bei J. SCHORN, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902.

1880. Am 5. März um 5^h 30^m a. m. erfolgte im ganzen Inner-Bregenzerwald (Schoppernau, Bezau, Au, Schnepfau) ein sehr starker Knall und eine große Erschütterung von 10—15 Sekunden Dauer. In **Bezau** wurde eine Sicherheitsmauer niedergeworfen. (J. SCHORN, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902. S. 129.)

1881. Am 5. November, etwa 10^h 22^m a. m., machte sich zu beiden Seiten des Arlbergs ein Erdbeben bemerkbar, dessen Bewegung einerseits ganz Vorarlberg, das benachbarte Algäu und die Ostschweiz ergriff; Erdstöße NW—SO und SW—NO. (J. SCHORN, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902. S. 133.)

1882. Am 23. Januar, etwa 10^h 45^m a. m. verspürte man in **Vils, Thannheim, Schattwald** und **Oberdorf** (bei Hindelang) ein sehr heftiges Erdbeben. In Vils 5 Erdstöße in abnehmender Stärke; in Thannheim einen so heftigen Erdstoß von WNW nach OSO, daß alles aus den Häusern lief, Uhren stille standen und Steine von den Bergen losgerissen wurden. — Die rätische Schubmasse war also in lebhafter Bewegung. (J. SCHORN, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902. S. 135.)

1884. Am 19. August um 7^h 20^m a. m. in **Holzgau** (Lechtal) kurzes von NW nach SO gerichtetes, ziemlich heftiges Erdbeben mit vorangehendem donnerartigem Getöse. (J. SCHORN, a. a. O. S. 138)

1886. Am 28. November, 11^h 30^m p. m. (Prager Zeit), verbreiteten sich von dem Erschütterungszentrum: **Nassereit—Imst—Mötz** aus — die Wellen eines heftigen Tiroler Bebens bis an den Bodensee und nach Sigmaringen, Ulm und Memmingen. Über die Alb hinüber wurde noch Geislingen und Wiesensteig erschüttert. In Oberschwaben schaukelten die Wellen O—W und W—O; in und auf der Alb aber S—N und N—S. Stärkegrad III. (J. SCHORN, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck 1902. S. 143 u. H. ECK u. E. HAMMER, Württ. naturw. Jahresh. 43 u. 44.)

1887. Am 23. April um 0^h 30^m a. m. wurden viele Bewohner **Feldkirchs** durch ein Erdbeben aus dem Schlafe gerüttelt. Dasselbe äußerte sich in zwei aufeinanderfolgenden Stößen, von denen der erste sehr heftig und von starkem, knatterndem Getöse begleitet war. Das Beben erstreckte sich auch auf die benachbarte Ostschweiz und auf den Wallgau Vorarlbergs. (J. SCHORN, a. a. O. S. 145.)

1891. Am 9. Januar, 9^h 34^m p. m. (Berner Zeit), wurde ein Erdrindenstück zu beiden Seiten des Rheins bewegt. Die Herdlinie lag unter dem Rheintal auf der Strecke **Chur—Rorschach.** Es war ein wohl abgegrenztes Transversalbeben, das im Westen bis Herisau, im Osten bis Bludenz sich fühlbar machte. Große Stärke zeigte das Beben in Meschach, auf einer Anhöhe südlich von Dornbirn gelegen. (J. FRÜH, Annal. met. Zentr. Zürich 1891, S. 14—16.)

1891. Am 9. Januar kurz nach 10^h p. m. P. Z. erfolgte zu beiden Seiten des Rheins von Chur bis Rorschach ein ziemlich heftiges Erdbeben, dessen Erschütterungsherd die **Rheinlinie** sein dürfte; in Mellau lang anhaltendes Getöse mit Erschütterung SW—NO. (J. SCHORN, a. a. O. S. 155.)

1895. Das große **Laibacher Erdbeben** vom 14. April 1895, 11^h 17^m p. m. machte sich peripherisch noch fühlbar in Schaffhausen. Ein dortiger Beobachter fühlte „ein wiederholtes Schwanken wie auf einem Schiff". (J. FRÜH. Annal. met. Zentr. 1895. V. S. 4. Vergl. auch HETTNER's Zeitschr. für Geographie 1895, S. 387 ff. u. F. E. SUESS, Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. 46. 1897.)

1895. Am 20. Dezember um 6^h 7^m in **Hall** bei Innsbruck wiederum ein kurzer, sehr fühlbarer, fast senkrechter Erdstoß mit einer Neigung gegen **NW**, begleitet von Getöse. (J. SCHORN, a. a. O. S. 178.)

1897. Am 11. Mai ca. 2^h a. m. erweckten zwei rasch aufeinanderfolgende Erdstöße die Bowohner des oberen St. Gallischen Rheintals, sowie in Vaduz, Klaus und **Feldkirch** in Vorarlberg. Die Bewegung schien **SW—NO** zu gehen. Ein Beobachter hatte das Gefühl, als ob sein Bett gehoben würde. — Am gleichen Tage ca. 3^h 20^m a. m. folgte ein dritter, schwächerer Erdstoß. —

Diese drei Stöße erfolgten ganz lokal auf der **Grenze der Ost- und Westalpen**, mit einem ausgesprochen N—S zonalen Erschütterungsgebiet von 35 km Länge und einer Breite von nur 10—12 km. — Von diesem Bezirk gehen sehr häufig Erdbeben aus. (J. Früh, Annalen met. Zentr. Zürich 1897. S. 3.)

1901. Den 30. Oktober $3^h\ 52^m$ p. m. Erschütterung von nahezu der ganzen Schweiz, Mittel- und Ober-Italien, Ostfrankreich, Tirol und Sundgau vom **Gardasee (Salò)** aus, woselbst der Hauptstoß mit dem Grade VIII der Skala Forel-Rossi eingetreten ist. In Basel erschienen 4 Stöße, 2 in Zürich, in Rorschach wurde jemand auf dem Sitz beim Schreiben hin und her geschaukelt. Noch bei Altkirch wurde der Stoß von Personen empfunden, der also transversal das ganze Alpengebirge durchbebte, und in **Basel** einen Vertikalstoß auslöste. (J. Früh, Annalen der met. Zentr. Zürich 1901, S. 6.)

XII. Schlußbetrachtung.

Die kartographische Aufzeichnung der von den Erdbebenkommissionen in reicher Fülle gesammelten Beobachtungen über Erderschütterungen zeigt, daß die Ausgangspunkte unserer einheimischen Beben durch die Eigenart des süddeutschen Gebirgsbaus bedingt sind. Die großen Bruchlinien der Erdkruste, die das Gebiet durchziehen, sind auch jetzt noch die Linien des geringsten Widerstands gegen die durch die Abkühlung und die stellenweise Abtragung der Erdkugel fortwährend hervorgerufenen Spannungen. An ihnen lösen sich die tektonischen Kräfte nach dem Gesetz der Isostasie von Zeit zu Zeit aus. Die leichteren Schollen heben sich, die schwereren Schollen senken sich so lange, bis momentan wieder Gleichgewicht vorhanden ist. Nun wird aber durch alle geologischen Vorgänge das Gleichgewicht gestört und verändert, deshalb ruhen auch die tektonischen Kräfte niemals völlig. — Die vom Ausland her verpflanzten Erdbebenwellen branden stark an unsere Hauptspalten, lösen sich aber häufig dort aus und treten auf die Nachbargebiete nur abgeschwächt oder gar nicht mehr hinüber.

Aus den vorstehenden Belegen ergibt sich mit voller Sicherheit, daß die glücklicherweise meist leichten Erdbeben unserer Heimat doch zahlreicher sind, als man gewöhnlich annimmt, und daß dieselben ohne Ausnahme zu den **tektonischen Beben** zu rechnen sind.

„Wir sehen in der Regel einer stärkeren Haupterschütterung eine Reihe schwächerer Stöße voraufgehen und unter allmählicher Abnahme der Stärke und Häufigkeit nachfolgen. Dies deutet auf eine Bewegung der Gebirgsstücke derart, daß nach Auslösung des Spannungsverhältnisses das Gleichgewicht in allmählichen Dis-

lokationen, d. h. unbedeutenden Rutschungen, wieder hergestellt wird, welche jedesmal eine entsprechend starke Bodenerschütterung — ein **Erdbeben** — hervorrufen." (A. Sieberg.)

Noch immer — wie zu den Zeiten der mittelkarbonischen variskischen Faltung (N 50° O) — liegen unsere Gebirgskerne und unser Schollenland unter einem tangentialen Druck, der aus **SO** und **S** wirkt; die Alpen wollen vorrücken. Sie drücken zunächst auf das Molasseland zwischen Jura (Alb) und Alpen, deshalb treffen wir dort 3 Reihen von Erdbebenherden oder Herdlinien, wovon diejenigen, die im Muldentiefsten liegen, die wichtigsten sind. Der Jurakeil, der im Untergrund des Sundgaus weit ins Rheintal hereingetrieben ist, pflanzt die tektonischen Kraftwellen energisch in das Rheintal hinein fort und erweckt dort eine ganze Reihe von lokalen Erdbebenherden und Herdlinien. Sie liegen teils seitlich in den großen Rheintalspalten, teils in der als Bruchlinie deutlich hervortretenden Mittellinie (Basel, Kaiserstuhl, Straßburg, Kandel, Großgerau).

Ganz sachte, aber beharrlich schreiten die Ein- und Aufbiegungswellen von den Alpen aus nach **Norden** und **Nordwesten** hin unaufhaltsam fort. Dieser Vorgang dürfte seinen tiefsten Grund haben in der eigenartigen Verteilung der **Schwere** beiderseits der Alpen. Den Nordfuß begleiten Massendefekte, während an ihrem Südfuß **Massenüberschüsse** auftreten. (R. v. Sterneck, Die Schwerkraft in den Alpen. Mitt. d. k. und k. militärgeogr. Instituts. Wien. XI u. XII. 1891 u. 1892; sowie M. Haid, Die Schwerkraft im badischen Oberlande. Berichte des Oberrhein. geol. Vereins. 38. Vers. 1905 zu Konstanz. S. 19 f.) Daraus ergibt sich, daß in der Muldenlinie der Molasse ein starker **Massendefekt** liegt. Am Bodensee bei Konstanz entspricht er einer im Meeresniveau kondensierten Schicht von 650 m Dicke; von da keilt er dem Feldberg zu aus. Diese Verhältnisse und das Gesetz der Isostasie machen es zur Gewißheit, daß **noch heute** die Alpen das ganze Zwischenland gegen die mittelrheinischen **Grundgebirgskerne** und gegen das böhmische Massiv pressen.

Hiernach sind die im vorstehenden geschilderten Erdbebenerscheinungen nichts anderes, als Äußerungen der unter unseren Füßen stattfindenden **Gebirgsbildung**. Wir dürfen sozusagen es mit ansehen, daß allenthalben in den Muldenlinien **Senkungen** und in den Firstlinien **Aufbiegungen** (Hebungen) sich vollziehen.

Gleichzeitig weisen uns die häufigen Blattbeben auf kleine

horizontale Verschiebungen der einzelnen Schollen, d. h. a
risse in herzynischer Richtung; so namentlich in d

Jeder Akt der Fortsetzung der Vorgänge,
die tektonische Situation Südwestdeutschla
schaffen haben, muß sich an der Oberfläche
schütterung **(Erdbeben)** bekunden.

Im lothringischen Stufenland herrscht meist Bo
Die alten devonischen Festlandsreste im Hunsrück und
stemmen sich dem von SO kommenden Druck breit entge
geben die tektonischen Kraftwellen weiter an die Eifel und
sie in das belgisch-westfälische Kohlenbecken (Lü
Aachen), in welchem seit Jahrhunderten sehr kräftige Auslös
stattfinden.

Die hoch emporgepreßten Grundgebirgskerne Vogesen
Schwarzwald stemmen sich als Halbhorste ebenfalls dem
gemeinen Drängen nach NW kräftig entgegen, sie sind aber
nötigt durch zahlreiche Beben, welche von ihren inneren Her
(Feldberg, Großer Belchen usw.) ausstrahlen, sich immer wieder
nötigen Raum zu verschaffen.

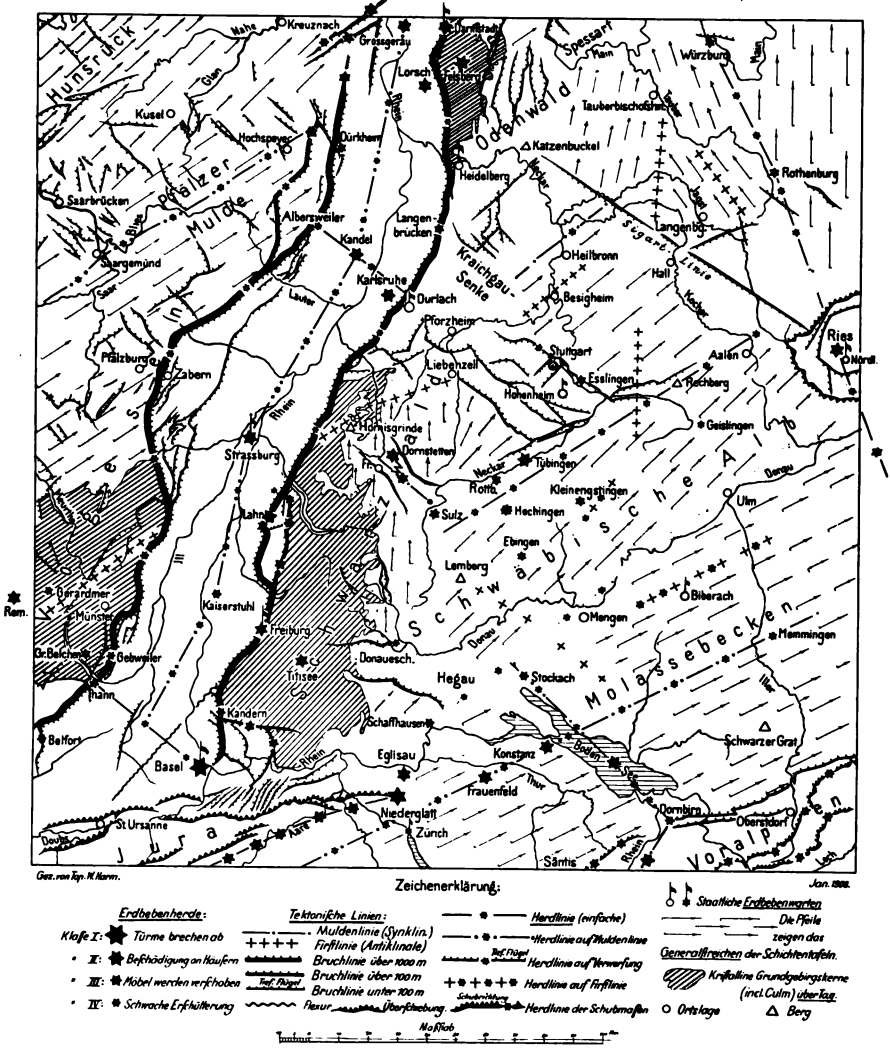
Das schwäbische Becken (Neckarland) befindet sich
drangvoll fürchterlicher Enge eingepreßt mit aufgerichteten Schichte
tafeln und Gewölben zwischen Schwarzwald und Odenwald
Westen, dem alpinen Druck aus SO, welchen die schwäbische Al
vermittelt, und dem Druck oder Widerstand, der im Nordosten v
der Böhmischen Masse und dem Fichtelgebirge ausgeübt wird
Das Land sucht sich herzynisch aufzufalten (Stromberg—Höpfig
heim), weil das Tafelland als Ebene nicht mehr genügend Raum hat
Zahlreiche herzynisch gerichtete Bruchlinien (Verwerfungen, Filder-
spalten usw.) deuten an, daß der Schichtenbau sich hier Platz ver-
schaffen mußte. — Das Ries steht auf dem Kreuzungspunkt dreier
Gebirgssysteme, daher ist sein Inneres ein aufgetriebener Grund-
gebirgspfropfen — mit einem starren Kern von jungem Eruptiv-
gestein, das noch immer nicht zur Ruhe kommen kann. Auch die
von diesem Herd ausgehenden Erdbeben müssen wir als tektonische
Beben ansprechen.

Deutlich genug spricht aus der vorstehenden Tatsachensamm-
lung der Einfluß der **Bodengestaltung**, d. h. derjenige der orogra-
phischen Verhältnisse. Dicke Sedimenttafeln leisten dem Empor-
dringen der Erdbebenwellen oft und viel erfolgreichen Widerstand.
Deswegen sind **tiefeingeschnittene Talsohlen** seismisch em

Erdbebenherde und Herdlinien

im südwestdeutschen Gebirgsbau.

Dargestellt von C. Regelmann.



Geol. von Top. K. Mann.

Zeichenerklärung:

Erdbebenherde:

Klasse I: Türme brechen ab
" II: Beschädigung an Häusern
" III: Möbel werden verschoben
" IV: Schwache Erschütterung

Tektonische Linien:

Muldenlinie (Synklin.)
Firstlinie (Antiklinale)
Bruchlinie über 1000 m
Bruchlinie über 100 m
Bruchlinie unter 100 m
Flexur

Herdlinie (einfache)
Herdlinie auf Muldenlinie
Herdlinie auf Verwerfung
Herdlinie auf Firstlinie
Herdlinie der Schutzmassen

Staatliche Erdbebenwarten
Die Pfeile zeigen das Generalstreichen der Schichtenfalten.
Kristalline Grundgebirgskerne (incl. Culm) über Tag.
Ortslage
Berg

Maßstab

samer als Hochflächen. — **Brüche** — welche die Spannungen im Schollenlande auslösen — erfolgen naturgemäß ganz überwiegend an den relativ schwachen Stellen der Erdkruste, d. h. am Fuß von Gebirgen, wie z. B. auf den Liasflächen vor der schwäbischen Albtraufe.

Aber neben dem Gebirgsbau spielt auch die **Gesteinsbeschaffenheit** eine wichtige Rolle. Im ganzen drängt sich die Überzeugung auf, daß die mit ihren massiven Stielen in große Tiefen der Erdkruste hinabgreifenden Eruptivgesteine **Granite**, **Basalte** u. dergl. in hervorragendem Maße die Bodenruhe bedrohen. Der Erdbebenherd Remiremont, am Rande eines großen Granulitmassivs gegen eine Gneisscholle gelegen, spricht z. B. sehr deutlich dafür. Unwillkürlich denkt man dabei an die Behauptung Knett's, der die kristallinen Schiefer als seismische Akkumulatoren betrachtet. Hiernach würden die Granitmassive mit Hilfe des alpinen Seitendrucks rammen, die Gneise aber nachgeben bis zur Spannungsgrenze, dann aber von Zeit zu Zeit bersten. Ganz so dürfte es sich in der Tat im südlichen Schwarzwald verhalten, wo der Granit des Hochfirst als Rammklotz, die Gneisscholle des Feldbergs als Akkumulator zu betrachten wäre. — Die Häufigkeit der Erdbeben im Kaiserstuhl und im Ries dürfte sich — wegen der tief hinabgreifenden Eruptivstiele — auch auf diese Weise erklären.

Dieser kleine Überblick zeigt, daß durch die Arbeiten der Erdbebenkommissionen sich das Dunkel zu lichten beginnt, das eine der schreckhaftesten Naturerscheinungen umgab. Weitere wichtige Aufschlüsse werden wir sicher erhalten durch die Beobachtungen der staatlich organisierten **Erdbebenwarten** (in Württemberg: Hohenheim Prof. Dr. Mack und Biberach Stadtschultheiß Müller, unter der Oberleitung des K. Statistischen Landesamtes). Diese Warten können aber ihre Aufgabe voll nur dann erfüllen, wenn im ganzen Lande umher aufmerksame Naturfreunde von jeder fühlbaren Bodenerschütterung **gute Lokalbeobachtungen** einsenden. Dies möge gegebenenfalls auch von den Mitgliedern unseres Vereins eifrig geschehen an den Vorstand der Württembergischen Erdbebenkommission, derzeit Geh. Hofrat Dr. August Schmidt, Hegelstraße, in Stuttgart.

Weitere Aufgaben der exakten Geologie liegen aber noch vor uns:

Zunächst sind die Schweremessungen, welche in Württemberg Prof. Dr. Koch, in Baden Geheimrat Dr. Haid ausgeführt hat,

zu weiterer Aufklärung der Erdbebenherde heranzuziehen. Bemerkenswert ist z. B., daß das Muldentiefste im Molasseland bedeutende Massendefekte aufweist.

Sodann bieten die Landestriangulationen, welche für andere Kulturzwecke unternommen wurden, ein treffliches Mittel, um eingetretene Lageveränderungen der Festpunkte und Gebirgsschollen nachweisen zu können.

Endlich sind die Netze der Feinnivellements mit ihren Höhenmarken in ganz Südwestdeutschland vorhanden und sehr geeignet, um die Veränderung der Höhenlage der wichtigeren Schollen gegeneinander aufzufinden und den Betrag der Hebung und Senkung genau festzustellen. Dieselben müssen zu diesem Zweck je nach einigen Jahrzehnten wiederholt werden. (Vergl. hierzu S. 165.)

Ein Schritt vorwärts — in der heimischen Erdbebenkunde — ist geschehen. Möge auch fernerhin dieser Zweig der vaterländischen Naturkunde eifrige Pflege finden; unser Land aber möge von schweren Heimsuchungen allezeit gnädig verschont bleiben!

Gaylord Bros
Makers
Syracuse, N. Y
PAT. JAN. 21, 1908

551.2243 .R333 C.1
Erdbebenherde und herdlinien i
Stanford University Libraries
3 6105 032 217 544